



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA  
LABORATÓRIO DE REFERÊNCIA EM DESSALINIZAÇÃO

TESE DE DOUTORADO

**RODRIGO VIEIRA ALVES**

**Parâmetros de crescimento, concentração de nitrato, aspectos sensoriais e custos de produção de alfaces hidropônicas a partir do uso do concentrado de sistemas de dessalinização.**

**Campina Grande - PB**

**2017**

**Parâmetros de crescimento, concentração de nitrato, aspectos sensoriais e custos de produção de alfaces hidropônicas a partir do uso do concentrado de sistemas de dessalinização.**

**RODRIGO VIEIRA ALVES**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química como requisito para obtenção do título de Doutor.

**Área de Concentração:** Desenvolvimento de Processos Químicos.

**Orientador:** Prof. Kepler Borges França, (PhD)

**Campina Grande - PB**

**2017**

**Parâmetros de crescimento, concentração de nitrato, aspectos sensoriais e custos de produção de alfaces hidropônicas a partir do uso do concentrado de sistemas de dessalinização.**

**RODRIGO VIEIRA ALVES**

Data de avaliação: 31/08/2017.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Kepler Borges França, (PhD)  
Orientador (UFCG/UAEQ)

---

Prof. Dr. Ronaldo do Nascimento  
Examinador Externo (UFCG/UAEA)

---

Dra. Carolina Pereira Dantas  
Examinadora Externa (UFCG/UAEA)

---

Prof. Dr. José Nilton Silva  
Examinador Interno (UFCG/UAEQ)

---

Prof. Dr. Vimário Simões Silva  
Examinador Interno (UFCG/UAEQ)

**Campina Grande - PB**

**2017**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela presença em minha vida, pelas graças e bênçãos recebidas todos os dias na minha jornada.

Ao meu orientador, Kepler Borges França, pela confiança, amizade e ensinamentos transmitidos ao longo do tempo, para minha formação profissional. Agradeço também, pela disponibilidade e execução do projeto, junto ao Laboratório de Referência de Dessalinização – LABDES, minha segunda casa.

A Agência Nacional de Águas – ANA, pelo financiamento da implantação do projeto “Aproveitamento econômico do concentrado do processo de dessalinização via osmose inversa – unidade demonstrativa”.

A CAPES pelo auxílio financeiro.

A todos os professores do curso de graduação e pós-graduação em Engenharia Química.

A banca examinadora (qualificação e final) pelas contribuições valiosas para melhoria deste trabalho.

Ao Professor Adailson Pereira de Sousa da Universidade Federal da Paraíba, pelas sugestões das análises de nitratos em tecidos vegetais.

A Professora e Nutricionista Sandra Regina Baía, do Hospital Universitário Alcides Carneiro, pelo apoio nas análises sensoriais.

As empresas Hidrgood, Hortibras e Zannata pela facilidade na aquisição dos materiais hidropônicos usados neste trabalho.

A minha esposa, Sonáli Amaral de Lima, pela ajuda incansável durante as análises físico-químicas e sensoriais. Agradeço também pela compreensão, companheirismo, paciência, por me fazer sonhar, sorrir, sentir melhor, acreditar e seguir em frente.

Aos meus pais, Maria do Socorro, Luiz Alves (in memoriam) e irmão Ricardo Vieira pela educação e incentivo durante toda a minha vida estudantil, sou-lhes eternamente grato.

A todos os amigos e colegas que fazem e fizeram parte do LABDES.

## RESUMO

O processo de dessalinização de águas salobras vem sendo uma das alternativas de obtenção de água potável, para beneficiar as comunidades difusas da região do semiárido. Dentro dessa conceituação foram implantados dois sistemas de dessalinização para produção de água potável: um na comunidade de Uruçu da Cidade de São João do Cariri, e outro na Escola Macário Zulmiro do distrito de Santa Luzia, da Cidade de Picuí, ambos no Estado da Paraíba. O aproveitamento dos concentrados gerados durante o processo de dessalinização dos sistemas foram estudados para produção de alface, através de sistemas hidropônicos de fluxo laminar de nutrientes. O objetivo desse trabalho foi avaliar os parâmetros de crescimento, níveis de nitrato, aspectos sensoriais e dos custos de produção de alface hidropônica com uso do concentrado. Foram realizados experimentos a partir do concentrado (1) com níveis de tratamentos de (0,1; 2,3; 4,4; 6,2 e 8,4)  $\text{mS.cm}^{-1}$  e com o concentrado (2), nos níveis de (0,1; 1,1; 2,1; 3,1 e 4,1)  $\text{mS.cm}^{-1}$  para o cultivo das alfaces crespa “crocante” e americana “gloriosa”. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com três repetições. Observou-se que o desenvolvimento das duas alfaces estudadas, dependeram dos níveis da condutividade elétrica de cada concentrado. O consumo hídrico das plantas foi reduzido em 7,53% e 8,89% para alface crespa e americana cultivadas com o concentrado (1) e 1,60% e 4,03 para o concentrado (2), por incremento unitário de condutividade elétrica, respectivamente. Foi observado com os resultados dos parâmetros de crescimento, que a alface crespa apresentou maior tolerância ao excesso de sais do concentrado, quando cultivadas com os tratamentos do concentrado (1), principalmente nos tratamentos 6,2 e 8,4  $\text{mS.cm}^{-1}$ , observadas pelas reduções lineares do número de folhas, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, umidade, massa seca das raízes, massa do caule e área foliar. As reduções dos parâmetros de crescimento foram menores ao utilizar o concentrado (2) e os dois tipos de alface foram tolerantes aos níveis dos tratamentos. Com relação as concentrações de nitrato, foram encontrados resultados variando entre 694,5 e 1.982,0  $\text{mg.kg}^{-1}$  nas alfaces crespa e americana, os quais estão de acordo, com o valor máximo permissível (3.500  $\text{mg.kg}^{-1}$ ) da regulamentação europeia 1881/2006, das quais, a alface americana acumulou mais nitrato do que a crespa. Nos experimentos com o concentrado (1), os atributos cor, sabor, crocância e impressão global foram afetados com o excesso de sais nos experimentos com alface americana, enquanto para alface crespa, foram afetados a cor, sabor e impressão global. Ao utilizar o concentrado (2), nenhum parâmetro foi afetado para o experimento com alface crespa. A preferência de compras foi acima de 90% para a alface crespa cultivada com o concentrado (2). Os resultados das estimativas dos custos mostraram um investimento de R\$114.663,00 na implantação dos sistemas hidropônico e de dessalinização, retorno sobre investimento em aproximadamente 4 anos, custos de produção da alface de R\$ 0,30 por planta e custos para produção da água de R\$ 1,47 por  $\text{m}^3$ .

**Palavras-chave:** Dessalinização, hidroponia, concentrado.

## ABSTRACT

The process of desalination of brackish water has been one of the alternatives for obtaining potable water to benefit the diffuse communities in the semi-arid region. Two desalination systems for potable water production were implemented: one in the community of Uruçu in the city of São João do Cariri and another in the School Macário Zulmiro in the district of Santa Luzia in the city of Picuí, both in the state of Paraíba. The utilization of the concentrates generated during the desalination process of the systems were studied for lettuce production through hydroponic laminar flow systems of nutrients. The objective of this work was to evaluate growth parameters, nitrate levels, sensory aspects and production costs of hydroponic lettuce using concentrate. Experiments were performed from the concentrate (1) with treatments levels of (0.1; 2.3; 4.4; 6.2 and 8.4)  $\text{mS.cm}^{-1}$  and with the concentrate (2), in the (0.1, 1.1, 2.1, 3.1 and 4.1)  $\text{mS.cm}^{-1}$  levels for the cultivation of crisp "crocante" and american "gloriosa" lettuce. The experimental design was completely randomized, with three replicates. It was observed that the development of the two lettuces studied depended on the electrical conductivity levels of each concentrate. The water consumption of the plants was reduced by 7.53% and 8.89% for crisp and American lettuce cultivated with concentrate (1) and 1.60% and 4.03 for concentrate (2), per unit increment of conductivity respectively. It was observed with the results of the growth parameters that the crispy lettuce presented higher tolerance to the excess salts of the concentrate when cultivated with the treatments of the concentrate (1), mainly in the treatments 6,2 and 8,4  $\text{mS.cm}^{-1}$ . Observed by linear reductions of leaf number, fresh shoot mass, shoot dry mass, moisture, dry mass of roots, stem mass and leaf area. The reductions of the growth parameters were lower when using the concentrate (2) and the two types of lettuce were tolerant to the levels of the treatments. Regarding the nitrate concentrations, results ranging from 694.5 to 982.0  $\text{mg.kg}^{-1}$  were found in crisp and american lettuce, which are in agree with the maximum permissible value (3,500  $\text{mg.kg}^{-1}$ ) of the regulation European seed 1881/2006 and american lettuce accumulated more nitrate than crisp. In the experiments with concentrate (1), the attributes color, flavor, crispness and overall impression were affected with the excess salts in the experiments with American lettuce, while for crisp lettuce, the color, flavor and overall impression were affected. When using the concentrate (2), no parameter was affected for the experiment with crisp lettuce. The purchase preference was above 90% for the crisp lettuce grown with the concentrate (2). The results of the cost estimates showed an investment of R\$ 114,663.00 in the implementation of hydroponic and desalination systems, return on investment in approximately four years, lettuce production costs of R\$ 0.30 per plant and costs for water production of R\$ 1.47 per  $\text{m}^3$ .

**Keywords:** Desalination, hydroponics, concentrate.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delimitação da região que possui clima semiárido no nordeste do Brasil. .....	21
Figura 2 – Região de rochas cristalinas na região semiárida do nordeste brasileiro.	24
Figura 3 – Processo de osmose natural (A) e osmose inversa (B). ....	27
Figura 4 – Casa de vegetação com teto em formato de capela (A) e perfil e mola para prender o filme agrícola (B). ....	45
Figura 5 – Interior da casa de vegetação utilizada nos experimentos com alface hidropônica pela técnica de fluxo de nutrientes (NFT). ....	46
Figura 6 – Modelo do sistema produtivo aplicado na Cooperativa Hidroçu.....	47
Figura 7 – Etapas de implantação do projeto em escala real.....	49
Figura 8 – Fluxograma da metodologia aplicada no desenvolvimento do trabalho em escala de bancada para as culturas de alface .....	52
Figura 9 – Etapas de produção da alface em hidroponia germinação (A), berçário (B) e perfil definitivo (C). ....	53
Figura 10 – Medidor de temperatura do ar (A), da solução nutritiva (B) e “no-break” e “data logger” usados no monitoramento (C).....	54
Figura 11 – Experimento I – cultivo de alface crespa com o concentrado 1 (A), experimento II – cultivo de alface americana com o concentrado 1 (B), experimento III – cultivo de alface crespa com o concentrado 2 (C) e experimento IV – cultivo de alface americana com o concentrado 2 (D). ....	60
Figura 12 – Médias das temperaturas no interior da casa de vegetação dos experimentos I, II, III e IV.....	63
Figura 13 – Perfil médio das temperaturas da solução nutritiva do experimento I. ...	64
Figura 14 – Perfil médio das temperaturas da solução nutritiva do experimento II. ..	65
Figura 15 – Perfil médio das temperaturas da solução nutritiva do experimento III. .	65
Figura 16 – Perfil médio das temperaturas da solução nutritiva do experimento IV. .	66
Figura 17 – Monitoramento da condutividade elétrica em função do tempo durante o cultivo da alface crespa com o concentrado 1.....	67
Figura 18 – Monitoramento da condutividade elétrica em função do tempo durante o cultivo da alface americana com o concentrado 1.....	67

Figura 19 – Monitoramento da condutividade elétrica em função do tempo durante o cultivo da alface crespa com o concentrado 2.....	69
Figura 20 – Monitoramento da condutividade elétrica em função do tempo durante o cultivo da alface americana com o concentrado 2.....	69
Figura 21 – Monitoramento do pH em função do tempo no cultivo da alface crespa com o concentrado 1.....	71
Figura 22 – Monitoramento do pH em função do tempo no cultivo da alface americana com o concentrado 1.....	71
Figura 23 – Monitoramento do pH em função do tempo no cultivo da alface crespa com o concentrado 2.....	73
Figura 24 – Monitoramento do pH em função do tempo no cultivo da alface americana com o concentrado 2.....	73
Figura 25 – Consumo de água em função da CEa dos experimentos com alface crespa e americana cultivadas com o concentrado 1. ....	74
Figura 26 – Consumo de água em função da CEa dos experimentos com alface crespa e americana cultivadas com o concentrado 2. ....	75
Figura 27 – Número de folhas dos experimentos com alface crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 1. ....	81
Figura 28 – Número de folhas dos experimentos com alface crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 2. ....	82
Figura 29 – Surgimento visual de aspectos negativos nas pontas das folhas de alface crespa (A) e americana (B) no tratamento T5 do concentrado 1 no dia da colheita..	82
Figura 30 – Massa fresca da parte aérea dos experimentos com alface crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 1. ....	84
Figura 31 – Massa fresca da parte aérea dos experimentos com alface crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 2. ....	85
Figura 32 – Plantas de alface crespa variedade crocante cultivadas com os níveis de condutividade elétrica do concentrado 1. ....	86
Figura 33 – Plantas de alface americana variedade gloriosa cultivadas com os níveis de condutividade elétrica do concentrado 1. ....	86
Figura 34 – Plantas de alface crespa variedade crocante cultivadas com os níveis de condutividade elétrica do concentrado 2. ....	87



Figura 35 – Plantas de alface americana variedade gloriosa cultivadas com os níveis de condutividade elétrica do concentrado 2. ....	87
Figura 36 – Massa seca da parte aérea dos experimentos com alface crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 1. ....	88
Figura 37 – Massa seca da parte aérea dos experimentos com alface crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 2. ....	89
Figura 38 – Umidade das alfaces crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 1. ....	90
Figura 39 – Umidade das alfaces crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 2. ....	91
Figura 40 – Massa seca das raízes das alfaces crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 1. ....	92
Figura 41 – Massa seca das raízes das alfaces crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 2. ....	93
Figura 42 – Aspectos visuais das raízes ao cultivar alface crespa com o concentrado 1. ....	94
Figura 43 – Aspectos visuais das raízes ao cultivar alface americana com o concentrado 1. ....	94
Figura 44 – Aspectos visuais das raízes ao cultivar alface crespa com o concentrado 2. ....	95
Figura 45 – Aspectos visuais das raízes ao cultivar alface americana com o concentrado 2. ....	95
Figura 46 – Massa do caule das alfaces crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 1. ....	96
Figura 47 – Massa do caule das alfaces crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 2. ....	97
Figura 48 – Aspectos visuais dos caules ao cultivar alface crespa com o concentrado 1. ....	97
Figura 49 – Aspectos visuais dos caules ao cultivar alface americana com o concentrado 1. ....	98
Figura 50 – Aspectos visuais dos caules ao cultivar alface crespa com o concentrado 2. ....	98

Figura 51 – Aspectos visuais dos caules ao cultivar alface americana com o concentrado 2.....	99
Figura 52 – Área Foliar das alfaces crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 1.....	100
Figura 53 – Área Foliar das alfaces crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 2.....	101
Figura 54 – Níveis de nitrato nas folhas da alfaces crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 1.....	102
Figura 55 – Níveis de nitrato nas folhas da alfaces crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 2.....	103
Figura 56 – Sintomas negativos nas folhas de alface cultivada no nível de 8,4 mS.cm <sup>-1</sup> .....	106
Figura 57 – Interior da casa de vegetação instalada no distrito Santa Luzia/Picuí-PB. ....	108
Figura 58 – Sistema de dessalinização da Escola Municipal de Ensino Fundamental Macário Zulmiro.....	109

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Combinações entre o tipo de concentrado e a variedade cultivada dos experimentos.....	51
Tabela 2 – Análise físico química do sistema de dessalinização e dos tratamentos preparados a partir do concentrado 1. ....	61
Tabela 3 – Análise físico química do sistema de dessalinização e dos tratamentos preparados a partir do concentrado 2. ....	61
Tabela 4 – Volume gasto de ácido fosfórico para correções do pH dos experimentos realizados com o concentrado 1 durante os 35 dias de cultivo. ....	72
Tabela 5 – Concentração de íons ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da solução nutritiva em função do tempo de cultivo e aumento da CEa ao cultivar alface crespa e americana com o concentrado 1. ....	77
Tabela 6 – Concentração de íons ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da solução nutritiva em função do tempo de cultivo e aumento da CEa ao cultivar alface crespa e americana com o concentrado 2. ....	78
Tabela 7 – Análise de variância dos parâmetros de crescimento dos quatro experimentos.....	80
Tabela 8 – Análise de variância dos níveis de nitrato por experimento.....	102
Tabela 9 – Análise de variância dos parâmetros cor, sabor, crocância e impressão global de cada experimento. ....	105
Tabela 10 – Resultados do teste de intenção de compra dos quatro experimentos. ....	106

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quantidade de poços por estado cadastrados pelo SIAGAS. ....	24
Quadro 2 – Condutividade elétrica dos concentrados de sistemas de dessalinização no Nordeste.....	28
Quadro 3 – Produção e área cultivada de sementes de alface no Brasil. ....	37
Quadro 4 – Nutrientes usados no preparo de 1.000 L de solução nutritiva (2,10 mS.cm <sup>-1</sup> ).....	49
Quadro 5 – Composições das soluções de ajuste para as culturas de hortaliças de folhas.....	50
Quadro 6 – Condutividades elétricas dos tratamentos a partir da diluição dos concentrados.....	51
Quadro 7 – Custos de investimentos da implantação dos sistemas de dessalinização e hidropônico na Escola Municipal Macário Zulmiro. ....	107
Quadro 8 – Custos relacionados com a produção a produção de águas do dessalinizador. ....	110
Quadro 9 – Custos relacionados com a produção de alface crespa hidropônica....	110
Quadro 10 – Estimativas do fluxo de caixa com a venda de 5.000 pés de alface por mês. ....	111
Quadro 11 – Número e área de estufas necessárias para produção de alface utilizando diferentes quantidades de concentrado. ....	113
Quadro 12 – Projeções dos lucros para diferentes tipos de dessalinizadores em função da área da estufa. ....	113

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF	Área Foliar
Ca	Cálcio
CEa	Condutividade elétrica
Cl	Cloro
cx	caixa
DAT	Dias após transplântio
K	Potássio
KW	quilowatt
L	litro
LABDES	Laboratório de Referência em Dessalinização
MC	Massa do caule
MFPA	Massa fresca da parte aérea
MSPA	Massa seca da parte aérea
MSR	Massa seca das raízes
Na	Sódio
NF	Número de folhas
NFT	Nutrient Film Technique/Fluxo laminar de nutrientes
nm	Nanômetro
P	Fósforo
Sç	Serviço
STD	Sólidos Totais Dissolvidos
U	Umidade
Un	Unidade
Unit	Unitário

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	17
1.1	Objetivo Geral .....	19
1.2	Objetivos Específicos .....	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
2.1	Semiárido do Brasil.....	21
2.2	Águas subterrâneas como alternativa de abastecimento .....	23
2.3	Dessalinização de águas salobras via osmose inversa .....	26
2.4	Aproveitamento do concentrado da dessalinização .....	28
2.5	Estado da Arte .....	32
2.6	Cultivo hidropônico .....	34
2.6.1	Considerações sobre a cultura da alface.....	36
2.7	Políticas Públicas para agricultura familiar.....	38
2.8	Cooperativismo .....	39
2.9	Custos de produção .....	40
3	MATERIAIS E MÉTODOS .....	44
3.1	Estrutura experimental.....	44
3.2	Obtenção dos concentrados .....	46
3.3	Preparo da solução nutritiva e dos tratamentos.....	49
3.4	Delineamento Experimental .....	51
3.4.1	Germinação, berçário e transplântio .....	53
3.4.2	Crescimento.....	54
3.4.3	Colheita .....	55
3.5	Custos de produção .....	57
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	60

4.1	Análise físico-química dos concentrados .....	61
4.2	Monitoramento climático .....	62
4.3	Monitoramento da solução nutritiva .....	64
4.4	Análise dos parâmetros de crescimento .....	79
4.5	Análise dos níveis de nitrato .....	101
4.6	Análise sensorial .....	104
4.7	Balanço qualitativo dos custos de investimentos .....	107
5	CONCLUSÕES .....	115
6	PERSPECTIVAS.....	117
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA .....	118
	ANEXO A – Metodologia da análise de nitrato.....	128
	ANEXO B – Certificado de Apresentação para Apreciação Ética .....	129
	ANEXO C – Cotações dos itens de investimentos e insumos.....	130
	ANEXO D – Planilhas de monitoramento do sistema de dessalinização do Distrito de Santa Luzia .....	136
	APÊNDICE A – Resultados da análise de nitrato e curva e calibração.....	139
	APÊNDICE B – Termo de consentimento e fichas de avaliação.....	144
	APÊNDICE C – Teste Tukey.....	147
	APÊNDICE D – Fotografias do beneficiamento do projeto .....	149

## **Produções científicas**

Uso do concentrado da dessalinização para o cultivo de alface em sistema hidropônico NFT: avaliação da disponibilidade hídrica e acúmulo de nutrientes. **(PIVIC aceito 2017-2018)**

ALVES, R. V.; FRANÇA, K. B. Levels of nitrate of hydroponic lettuce grown with desalination concentrate of brackish water. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 2017. **(Aguardando designação)**

ALVES, R. V.; FRANÇA, K. B. Aspectos sensoriais de alface hidropônica cultivada com o concentrado da dessalinização de águas salobras, Irriga, 2017. **(Em avaliação)**

ALVES, R. V.; FRANÇA, K. B. The use of desalination concentrate for the cultivation of lettuce in a nutrient film hydroponic system. International Desalination Association. In: Water reuse & desalination. Ensure your water future. São Paulo, 2017. **(Artigo aceito)**

ALVES, R. V.; FRANÇA, K. B. Aplicações tecnológicas para tratamentos, monitoramento e reuso de água. Apresentação de palestra na ANA – Agência Nacional de Água, Brasília – DF, 2016. **(Palestra)**

ALVES, R. V.; FRANÇA, K. B.; FRANÇA, M. I. C. Dessalinização, Monitoramento, Conservação de Águas e Reuso do Concentrado. Apresentação de palestra na ANA – Agência Nacional de Água, Brasília – DF, 2015. **(Palestra)**

ALVES, R. V.; FRANÇA, K. B. Estudante desenvolve projeto de doutorado em que o rejeito do sistema de dessalinização pode ser usado na agricultura para irrigar alface em hidroponia. Proposta foi apresentada durante Workshop Internacional da Água, Campina Grande – PB, 2015. **(Entrevista)**



---

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUÇÃO**

---

## 1 INTRODUÇÃO

Os principais programas de dessalinização para beneficiar comunidades que não tem acesso a água potável, foram os Programas Água Boa e Água Doce, ambos da Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, com a ausência das chuvas nas regiões do semiárido nordestino, foram implantados centenas de sistemas de dessalinização, de pequeno e médio portes.

Essa linha de ação vem sendo uma das alternativas para mitigar a questão da falta de água potável, durante o período de seca. Em função da necessidade de resolver um problema de ordem de saúde pública, e, de caráter de urgência, os dessalinizadores foram implantados, até então sem dar a preocupação devida a efetividade das causas dos níveis de concentrações de sais, presentes na corrente do concentrado gerado a partir desses sistemas, os quais geralmente são lançados ao meio ambiente.

Atualmente, o concentrado vem sendo estudado para vários fins como; criação de tilápias, cultivo de uma forrageira denominada (*Atriplex numulária*), armazenamento em tanques de contenção, injeção em poços profundos (SANCHEZ et al. 2015). Todavia, todos os modelos até então estudados, tem mostrado suas vantagens e desvantagens. Quando o concentrado é lançado sem tratamento, pode criar um desequilíbrio no meio ambiente, gerando vários problemas para o homem do campo.

A ideia do presente trabalho foi investir no uso do concentrado de um sistema de dessalinização, implantado pelo LABDES/UFCG/ANA, na Escola Macário Zulmiro, do distrito de Santa Luzia do município de Picuí no Estado da Paraíba, para beneficiar com água potável a demanda da escola. O concentrado foi estudado no cultivo de alface em sistema hidropônico, visando uma fonte de alimento e geração de renda para a sustentabilidade do sistema e da qualidade de vida dos alunos da escola.

Normalmente, os concentrados gerados por sistemas de dessalinização de pequeno e médio porte que vem operando no Nordeste com águas salobras, apresentam uma faixa na condutividade elétrica entre 2,0 a 15,0 mS.cm<sup>-1</sup>. Nesse sentido, o LABDES vem estudando o uso do concentrado, a partir da dessalinização de águas salobras, voltados para fins da criação de peixes tipo tilápias e do cultivo de alfaces por hidroponia (FRANÇA, 2007; FRANÇA, 2012).

A hidroponia é o cultivo de vegetais sem o uso do solo, apresenta vantagens como: melhor ergometria, não há necessidades de rotação de culturas, não depende do solo para o cultivo, pode ser implantada próximo a centros consumidores e as plantas podem ser colhidas com a raiz, aumentando seu tempo de sobrevida. O sistema hidropônico com a técnica de fluxo laminar de nutrientes (NFT), é um método de cultivo muito conhecido, no qual as plantas crescem com o sistema radicular dentro de um perfil hidropônico, por onde circula uma solução nutritiva. (ALBERONI, 1997).

Segundo Paulus et al. (2012a), as soluções nutritivas e suas reposições de água em sistema hidropônico NFT, usualmente são feitas com águas de baixas condutividades elétricas, para promover a qualidade das plantas.

De acordo com Alves et al. (2011), a alface (*Lactuca sativa*) é a folhosa mais produzida no Brasil em sistema hidropônico NFT, a qual tem sido estudada por vários autores com uso de água salinizada com cloreto de sódio (SANTOS et al. 2010; SOARES et al. 2010; ALVES et al. 2011; PAULUS et al. 2012a; TURHAN et al. 2014)

As plantas dependem de vários fatores para o seu desenvolvimento, como a luminosidade, temperatura, qualidade da água de irrigação, disponibilidade de nutrientes, que podem afetar os parâmetros de crescimento, acúmulo de nutrientes e aspectos sensoriais.

Diante desse cenário, o uso do concentrado da dessalinização passa a ser uma opção diferenciada para o cultivo de alface em sistema hidropônico, pois, além de ser uma alternativa para geração de renda e alimento, também dispõe de maneira adequada o concentrado, contribuindo com o desenvolvimento econômico de comunidades difusas.

Desse modo, o objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos do concentrado da dessalinização de águas salobras sobre a produção de alface hidropônica.

Espera-se com esse estudo, além da contribuição inovadora do uso do concentrado de sistemas de dessalinização para fins do cultivo de alfaces, dar margem para pesquisar novos modelos replicáveis para geração de renda e melhoria da qualidade de vida do homem do campo.

## 1.1 Objetivo Geral

Avaliar os parâmetros de crescimento, a concentração de nitrato, aspectos sensoriais e custos de produção do cultivo de alface hidropônica a partir do uso do concentrado de sistemas de dessalinização.

## 1.2 Objetivos Específicos

- ❖ Monitorar o comportamento da condutividade elétrica, do pH e do volume consumido da solução nutritiva, em função do tempo de cultivo com uso do concentrado em escala experimental;
- ❖ Avaliar a concentração de sais da solução nutritiva, em função do volume de água consumido no sistema hidropônico NFT, com o uso do concentrado;
- ❖ Analisar os parâmetros de crescimento, concentrações de nitrato nas folhas e os aspectos sensoriais das alfaces a partir dos níveis de tratamentos aplicados,
- ❖ Estimar um balanço dos custos de investimentos para a produção de alfaces hidropônicas a partir do concentrado do sistema de dessalinização.

---

## **CAPÍTULO 2**

# **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

---

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Semiárido do Brasil

- **População e área territorial**

A região semiárida possui 1.133 municípios que representam 22% dos municípios brasileiros, tem uma população de 20.858.264 habitantes que correspondem a 12,3% da população do país. Apresenta área de 969.589,4 km<sup>2</sup> cerca de 11% do território brasileiro e sua maior abrangência nos estados do Nordeste, com 92,5%, e uma menor parte na porção norte do estado de Minas Gerais com 7,5% que pode ser observado na Figura 1 (ROSADO e MORAIS, 2010).

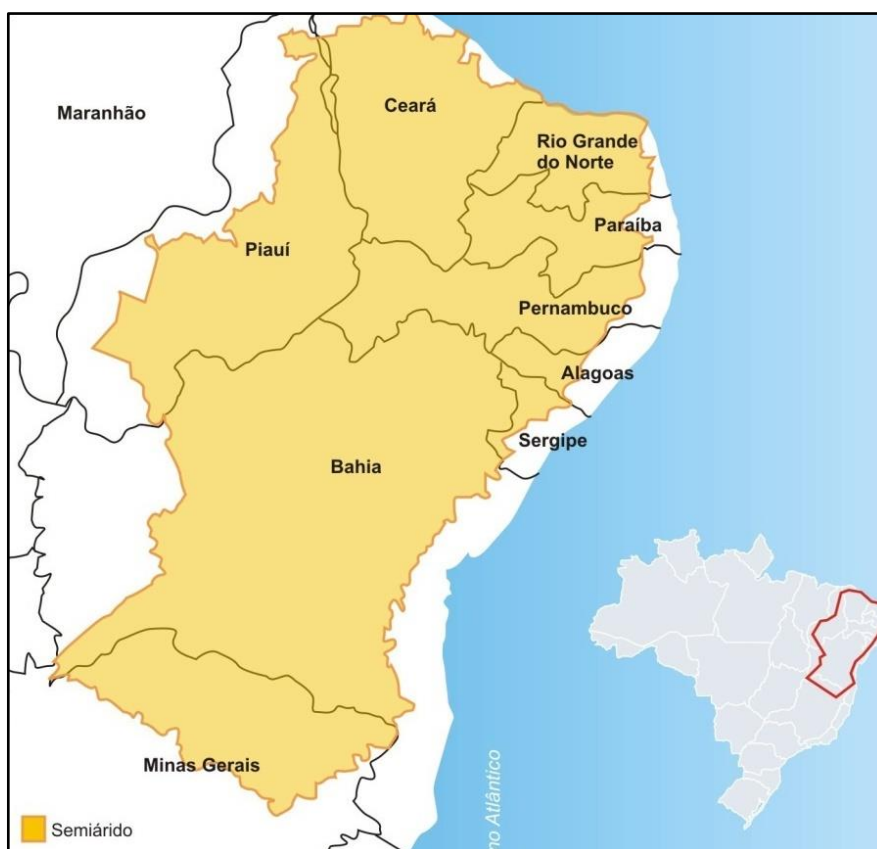


Figura 1 – Delimitação da região que possui clima semiárido no nordeste do Brasil.

Fonte: ANA, 2006.

- **Características climáticas e escassez hídrica**

O nordeste brasileiro é uma região com predominância do clima semiárido, caracterizado por baixos índices pluviométricos e alta taxa de evaporação. Apresenta temperaturas entre 25 e 30 °C com período chuvoso durante quatro meses e estação seca de oito meses. Os níveis pluviométricos atingem 200 mm.ano<sup>-1</sup> em períodos de seca e 750 mm.ano<sup>-1</sup> em períodos chuvosos. As taxas de evaporação são de 2.000 mm.ano<sup>-1</sup> (MMA, 2012).

O índice de aridez na região semiárida varia de 0,21 a 0,50 que é obtido pela razão entre a precipitação e a evaporação. As regiões com índices de aridez menores do que 0,65 são vulneráveis a desertificação. A vegetação é constituída de árvores de pequeno porte, formando o bioma da caatinga. As águas subterrâneas são salobras e impróprias para o consumo humano em virtude do embasamento geológico de rochas cristalinas e sedimentares (MARENGO, 2006).

Historicamente a falta de chuvas justifica a pobreza da região semiárida. A população tem acesso restrito a água, o que afeta o desenvolvimento da região.

De acordo com Cavalcanti (2015), a falta da água em regiões áridas e semiáridas é tema de debates, políticas e pesquisas com o objetivo de atender o aproveitamento racional da água, consentindo a convivência da população com os períodos de seca.

O semiárido tem sofrido ao longo do tempo com problemas causados pela falta de disponibilidade hídrica. Essa região geralmente é pobre e possui agricultura subdesenvolvida. O rendimento agrícola é baixo e constantemente fracassam em consequência das secas, desequilibrando a economia da região. (CIRILO, 2008). Boa parte da produção agrícola depende da frequência de chuvas, com isso, a falta de água reflete diretamente no cotidiano dos moradores da região, os quais praticam êxodo rural (SOARES, 2007). Assim tecnologias inovadoras, que levem aos agricultores o consórcio com a escassez de água serão sempre bem-vindas.

Toda concepção de uso eficiente da água deve estar voltada para conceitos de desenvolvimento sustentável, levando em conta a viabilidade de reaproveitamento de águas residuais como alternativas para uso na agricultura (PAZ, et al. 2000).

Com o passar do tempo o combate à seca muda de cenário, antes a população convivia com a seca, enfrentando longas distâncias em busca de água, atualmente os moradores de regiões secas estão diante de novas propostas políticas, como a distribuição de águas em carro-pipa, a construção de cisternas, implantação de sistemas de dessalinização, construção de barragens, transposição do Rio São Francisco e captação de águas subterrâneas através da perfuração de poços artesianos são alternativas para o abastecimento de água nessas regiões (ALVES e NASCIMENTO, 2009; MMA, 2012).

## **2.2 Águas subterrâneas como alternativa de abastecimento**

Considerando o aumento populacional e a demanda crescente por alimentos, consequentemente o consumo de água na agricultura também aumenta substancialmente. Por esse motivo, recentes pesquisas reportam a necessidade de utilização de fontes alternativas de água, muitas vezes caracterizadas como salobras, para práticas agrícolas (CARVALHO, 2013).

Com a redução da disponibilidade superficial de água, o aproveitamento de águas subterrâneas torna-se uma das alternativas para o abastecimento humano e irrigação em áreas rurais.

Segundo Soares (2007) apesar da declarada escassez de águas superficiais, existe disponibilidade de águas subterrâneas a serem exploradas, que podem servir para minimizar impactos sócios ambientais, a partir de práticas agrícolas.

De acordo com os dados do Sistema de Informação de Águas Subterrâneas (SIAGAS), em 2016 existem mais de 280.000 poços divididos pelos estados brasileiros cadastrados nesse sistema, apresentados no Quadro 1.



Quadro 1 – Quantidade de poços por estado cadastrados pelo SIAGAS.

Uf	Quantidade	Uf	Quantidade	Uf	Quantidade	Uf	Quantidade
AC	779	ES	1.009	PB	19.083	RR	1.360
AL	1.652	GO	4.490	PE	27.074	RS	17.126
AM	8.390	MA	11.352	PI	28.892	SC	7.476
AP	105	MG	20.085	PR	23.522	SE	5.550
BA	24.032	MS	1.999	RJ	486	SP	28.974
CE	22.294	MT	3.747	RN	11.128	TO	1.211
DF	198	PA	7.847	RO	2.083	-	-

Fonte: SIAGAS, 2017.

No entanto, o território nordestino é constituído em mais de 80% por rochas cristalinas, como apresentado na Figura 2. De acordo com Cruz et al. (2010) na caracterização das águas dos poços no Nordeste brasileiro, verifica-se a predominância de águas que apresentam níveis elevados de salinidade. A exceção ocorre nas formações sedimentares, em que as águas normalmente são de melhor qualidade e melhor vazão.

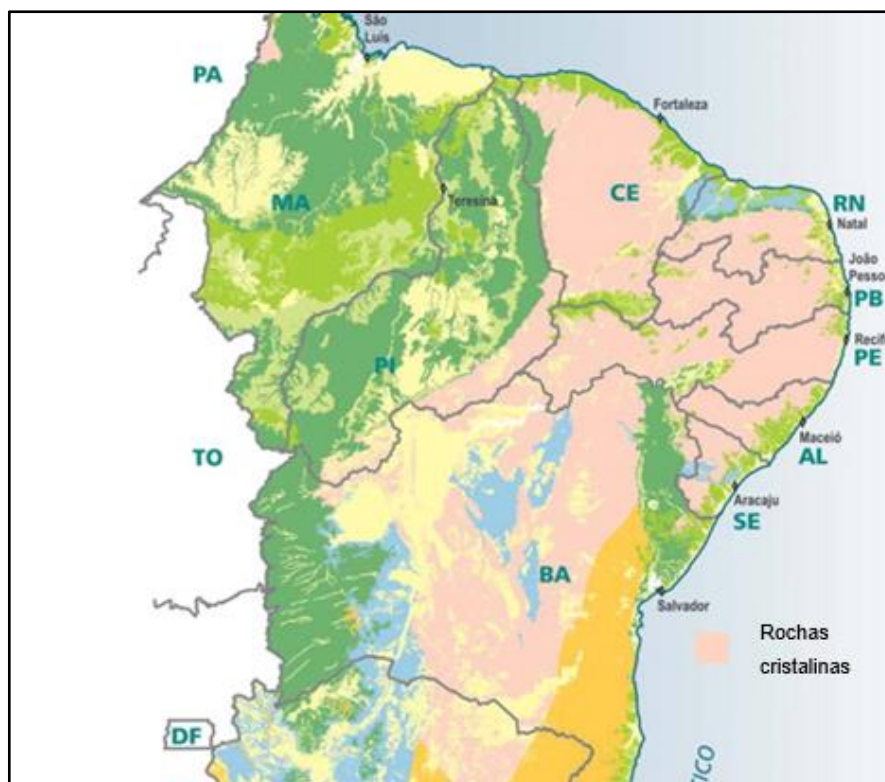


Figura 2 – Região de rochas cristalinas na região semiárida do nordeste brasileiro.  
Fonte: ANA, 2006.

Carvalho et al. (2014) relata que práticas agrícolas com águas salobras têm causado alguns problemas, dentre eles se destaca a salinização do solo, que ocorre pelo fato da água de irrigação apresentar sais dissolvidos e mesmo em baixa concentração, podem ser incorporados ao solo, tornando salino com o passar do tempo.

Segundo Ayers & Westcot (1999), quanto maior o conteúdo de sais no solo, maior a dificuldade de absorção de água e nutrientes pelas plantas. Na agricultura, a qualidade da água deve ser estudada antes do início do cultivo, pois se trata de um dos fatores que têm limitado ou impossibilitado a expansão da produção agrícola nas regiões áridas e semiáridas do mundo. Altas taxas de evapotranspiração e a baixa pluviosidade também contribuem para a salinização dos solos irrigados. Os efeitos negativos da salinidade podem ser observados nos parâmetros de crescimento das plantas e em rendimentos, sendo que, em casos extremos, pode haver até perda total da cultura.

Mais de 9 milhões de hectares no Nordeste foram afetados pela presença de sais na década de 90. A maior área afetada está localizada no estado da Bahia (44% do total), seguido do estado do Ceará, com 25% da área total (GHEYI e FAGERIA 1997), assim, toda essa área afetada pela salinização do solo é responsável pela redução no crescimento de culturas e na rentabilidade do agronegócio.

De acordo com Soares (2007) os efeitos negativos da salinização de solos podem ser: desestruturação do solo, aumento da densidade, retenção de água, menor infiltração, principalmente pelas elevadas concentrações de íons sódio, diminuição da fertilidade e diminuição do potencial osmótico ocasionando em dificuldades da absorção da água do solo.

Segundo Taiz e Zeiger (2004) a água é um dos recursos mais importantes que a planta necessita para crescer e realizar suas atividades metabólicas, e, ao mesmo tempo, o mais limitante para a produtividade agrícola, no caso de excesso de sais. A importância da água está ligada ao fato de que os processos fisiológicos das plantas são, direta ou indiretamente, influenciados pelo suporte hídrico.

Embora as águas subterrâneas no Nordeste tenham sido consideradas inadequadas para a irrigação, em decorrência do surgimento de águas salobras, existem amplas evidências de que seu uso pode ser viabilizado desde que se adotem

técnicas de manejo adequadas para culturas tolerantes a salinidade (MEDEIROS & GHEYI, 2001).

O uso de águas salobras para irrigação de plantas é uma prática necessária em regiões de escassez hídrica, pois o consumo de água com qualidade está sendo cada vez maior, exclusivamente para o abastecimento público. Com isso a perfuração de poços está sendo praticada com a visão de suprir o abastecimento, juntamente com a implantação de sistemas de dessalinização, tornando uma das alternativas para tratamento de água salobra (FRANÇA, 2012).

### **2.3 Dessalinização de águas salobras via osmose inversa**

A dessalinização de águas salobras via osmose inversa é um processo ativo para a produção de água potável, principalmente a partir de água do mar e água subterrânea. É também, amplamente utilizada no tratamento de águas residuais para a reutilização na irrigação. Tecnologia conhecida em todo o mundo, que torna possível desenvolver novas alternativas de abastecimento de água potável em áreas onde água doce é escassa.

A osmose é um fenômeno que ocorre naturalmente e um dos processos mais importantes na natureza. É um processo em que a água de uma solução salina mais fraca tenderá a migrar para uma solução salina forte, Figura 3A. (BOYSEN e HENTHORNE, 2014).

A osmose inversa é um processo que ocorre quando uma pressão superior a pressão osmótica é aplicada a uma solução mais concentrada, contra uma membrana semipermeável. Ao atravessar a membrana a água é purificada, deixando cerca de 95% a 99% de sais dissolvidos retidos, Figura 3B. A quantidade de pressão necessária depende da concentração de sal da água de alimentação, quanto mais concentrada for a água de alimentação, mais pressão será necessária para superar a pressão osmótica da solução salobra (FRANÇA, 2012).

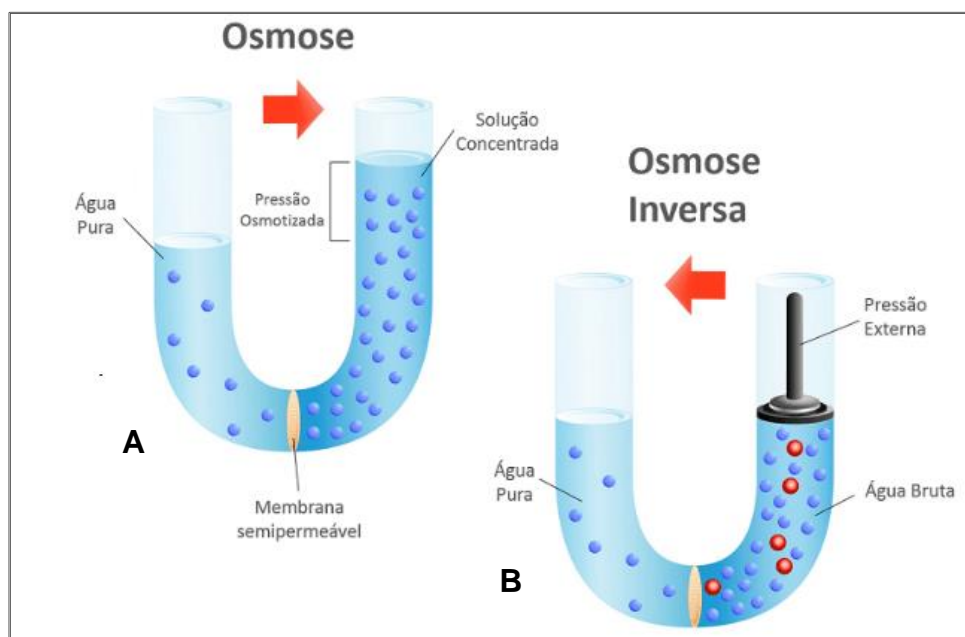


Figura 3 – Processo de osmose natural (A) e osmose inversa (B).  
Fonte: FRANÇA, 2012.

A água dessalinizada é chamada de água permeada. A corrente de água que transporta os contaminantes concentrados que não passaram através da membrana é chamada de rejeito ou concentrado (FRANÇA, 2012).

A dessalinização é praticada em mais de 150 países a exemplo da Inglaterra, Brasil, Japão, Espanha, Austrália e Israel. No Brasil, foram instalados mais de 3.000 dessalinizadores, através dos Programas Água Boa, coordenado pela Universidade Federal de Campina Grande e pelo Laboratório de Referência em Dessalinização, e o Programa Água Doce, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente em parceria com diversas instituições federais, estaduais e municipais. Os Programas visam estabelecer uma política pública de acesso à água para o consumo humano, por meio da dessalinização, buscando atender localidades rurais difusas do Semiárido (MMA, 2012).

A Espanha detém um dos maiores sistemas de dessalinização da Europa com capacidade de produzir 200 milhões de litros de água permeada por dia. O sistema de osmose é alimentado pela água do mar e fornece água potável para mais de 20% (1,3 milhões de habitantes) da cidade de Barcelona. (IDA, 2011).

Israel é internacionalmente conhecido por ter o mais avançado sistema de manejo de água do mundo. Em uma área desértica, suas fontes naturais são

escassas, o país, possui o maior sistema de dessalinização do planeta, localizado em Tel Aviv - Israel, e já está sendo ampliada para alcançar seus limites máximos de produção de 624 milhões de litros diários de água potável (BELTON, 2015).

A implantação de sistemas de dessalinização, seja em zonas litorâneas ou em zonas do interior de países, geram a corrente do concentrado e podem poluir o meio ambiente se descartados de forma inadequada.

## 2.4 Aproveitamento do concentrado da dessalinização

A dessalinização de águas salobras gera um concentrado de sais, com características mais concentradas do que a própria água de alimentação, geralmente poço. A disposição inadequada pode causar problemas ambientais como a salinização e infertilidade de solos (SILVA, J. et al., 2013).

Normalmente, os concentrados gerados por sistemas de dessalinização de pequeno e médio porte que vem operando no Nordeste, com águas salobras, apresentam uma faixa de condutividades elétricas entre 2,0 a 15,0 mS.cm<sup>-1</sup> e justifica a escolha dos níveis de condutividades elétricas estudados neste trabalho, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Condutividade elétrica dos concentrados de sistemas de dessalinização no Nordeste.

Fonte	Estado	Cidade/comunidade	Condutividade elétrica (CEa) mS.cm <sup>-1</sup>
LABDES	PB	São João do Cariri/Uruçu	8,40
LABDES	PB	Picuí/Santa Luzia	4,10
Amorim et al. (2004)	PB	Boa Vista	15,94
	PB	Monteiro	7,14
Santos, A. et al. (2010)	PE	Ibimirim/Poço do Boi	5,20
Porto et al. (2001)	PE	Petrolina	11,38
Anders et al. (2013)	RN	Mossoró/Puxa Boi	5,50
	RN	Mossoró/Maracanaú	3,20
	RN	Mossoró/Boa Fé	10,5
Silva, T. et al. (2013)	BA	Bahia/Distrito Caminhoá	2,86

A disposição correta do concentrado necessita de pesquisas para destina-lo de forma correta para o meio ambiente. Em sistemas de dessalinização localizados próxima do mar, os concentrados são diretamente dispostos no oceano, enquanto nos sistemas localizados em zonas afastadas do litoral, é preciso reduzir este volume antes da eliminação e pode ser um problema com poucas alternativas viáveis (TANG, 2008; MORILLO et. al. 2014).

Segundo a resolução CONAMA nº 357, são estipulados padrões de lançamento de efluentes em corpos d'água superficiais. Uma das discussões entre técnicos sanitaristas e ambientalistas é o fato de que os processos de separação por membranas concentram íons naturalmente existentes em cursos de água e mananciais naturais.

Atualmente, existe uma grande diversidade de usos com processos de membranas. Cada uso possui características específicas o que torna praticamente impossível o estabelecimento de uma solução geral de descarte do concentrado, aplicável em qualquer caso (PEIG e RAMOS, 2010).

No entanto, é possível separar os processos de membranas com base no manancial ou fonte de origem e tecnologia adotada, apontando diferentes alternativas de manejo, destinação ou tratamento do concentrado, de acordo com Mickley (2006), o melhor método de descarte do concentrado, deve obedecer alguns fatores como: disponibilidade de terra, compatibilidade das águas com o solo e distância do sistema, geologia e legislação.

Nos Estados Unidos, 41% dos equipamentos instalados no interior dos estados, dispõe o concentrado em águas superficiais, 31% em esgotos, 17% em poços profundos, 9% no solo e 2% em tanques de evaporação (MICKLEY, 2006). O esgoto é a segunda opção de destinação do concentrado, mas, essa prática depende das quantidades e dos componentes presentes, pois, podem interferir no tratamento do esgoto, requerendo pré-diluição e pré-tratamento.

Na Flórida, o descarte do concentrado é feito em poços profundos e fica limitada em praticidade econômica, dependendo também das características hidro geológicas específicas de cada terreno. Enquanto, o despejo direto nos solos levaria a sua degradação por salinização. Lagoas de evaporação permeável permitem percolação,

bem como a injeção de poços rasos poderia poluir as águas subterrâneas (ARNAL et. al. 2005).

Um estudo feito no estado de Pernambuco confirmou problema de erosão e salinização do solo causada pelo despejo indiscriminado dos efluentes de 25% dos dessalinizadores instalados, considerando 79 comunidades. Outros 20% desses, aproveitam o concentrado, mas, sem qualquer fundamentação técnico-científico ou econômica para seu uso. Lavagem de roupas e automóveis constitui a maior frequência da utilização. As comunidades restantes drenam o concentrado para áreas próximas aos sistemas e para os cursos d'água superficiais que é a forma mais prática e de baixo custo para o descarte (SOARES, 2007).

Relevantes contribuições de cultivos de plantas utilizando águas salobras têm sido desenvolvidas nas Universidades do Nordeste, ampliando-se o conhecimento sobre o reuso de água para a irrigação.

Uma série de pesquisas foram realizadas nos últimos anos, cujos resultados podem ser de interesse para o desenvolvimento de projetos semelhantes em outras partes do mundo, especialmente naqueles com climas semiáridos e serão discutidos a seguir:

Eloi et al. (2011) investigaram o efeito dos níveis de salinidade variando de 1,5 a 6,5 mS.cm<sup>-1</sup> aplicados no solo para irrigar tomate e avaliar aspectos sensoriais e observaram que o aumento da salinidade não interferiu na aceitação do produto, indicando que o uso de águas salobras pode ser uma alternativa para esse tipo de cultivo.

Medeiros et al. (2011) estudaram o efeito de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação na produção e qualidade do melão variedade "Sedna", e verificaram que o aumento da salinidade influenciou negativamente o rendimento do melão, indicando que diferentes variedades de alimentos podem se comportar de maneiras diferentes sob o excesso de sais.

Gurgel et al. (2010) avaliaram o efeito de duas águas de salinidades diferentes (0,5 e 2,4 mS.cm<sup>-1</sup>) aplicadas no solo sobre o crescimento do meloeiro "Cucumis" e concluíram que a massa fresca comestível não foi influenciada com o aumento da salinidade.

Por outro lado, Nery et al. (2009) estudaram os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre o crescimento do pinhão-mansão em ambiente protegido e verificaram que a planta apresentou redução nos parâmetros de crescimento com a aplicação do tratamento mais salobro de 3,0 mS.cm<sup>-1</sup>.

Avaliando os impactos do uso do concentrado de um dessalinizador para irrigação no solo da erva-sal (*Atriplex numulária*), Furtado (2003) observou que a planta apresentou capacidade de retirar sódio e potássio, evidenciados pelos teores destes dois componentes terem sido elevados após a análise físico-química no tecido da planta.

Ferreira (2012) desenvolveu um estudo no Laboratório de Referência em Dessalinização da Universidade Federal de Campina Grande – PB, que utilizou o concentrado da osmose inversa (8,4 mS.cm<sup>-1</sup>) para modificar o meio de cultura de cultivo da microalga *Chlorella vulgaris* e *Chlorella sp*, visando a produção de biodiesel, e observou que o número de células produzidas foi semelhante ao tratamento controle, demonstrando uma possibilidade de uso de águas com qualidade inferior nesse tipo de cultivo.

O trabalho de Porto et al. (2006) também objetivou reduzir os impactos causados pelo concentrado da dessalinização com a produção de tilápia rosa *Oreochromis sp*, a condutividade elétrica da água concentrada foi em torno de 11,38 mS.cm<sup>-1</sup>. A tilápia atingiu peso de 518 g, para um período de cultivo de 153 dias e uma taxa de sobrevivência de 94,69%, demonstrando uma pesquisa promissora para reduzir os impactos causados pelo concentrado.

Estudando um projeto piloto, Soliz et al. (2011) também cultivou a erva-sal *Atriplex lentiformis* irrigada com o concentrado da dessalinização, para servir como alimento de bovinos, e observou que essa prática pode fornecer uma estratégia viável para o abastecimento de água através da dessalinização e eliminação correta do concentrado em zonas semiáridas.

Turhan et al. (2014) realizaram experimentos na Turquia e avaliaram os efeitos da água do mar sobre os pesos e níveis de nitrato foliar na alface variedade “funly” utilizando como meio de cultivo o solo, os tratamentos variaram de 0,6; 1,3; 2,3; 3,5; 5,4 e 7,1 mS.cm<sup>-1</sup> e observou redução dos pesos e dos níveis de nitratos da alface.



Soares et al. (2007) observando a resistência a salinidade da alface variedade “verônica”, concluiu que sob as mesmas condições, o cultivo no solo tolerou condutividade elétrica (CEa) de  $2,5 \text{ mS.cm}^{-1}$  e em sistema hidropônico  $4,0 \text{ mS.cm}^{-1}$ , em relação a massa de matéria fresca da parte aérea, os tratamentos desse autor foram preparados com adição de NaCl.

Diante desses resultados, observa-se ser viável a alternativa de produzir através da irrigação com o concentrado da dessalinização de águas salobras, pois além da disposição deste, proporcionaria geração de renda e alimento para as comunidades, podendo trazer retorno sobre os investimentos da implantação e custos gerados pela dessalinização. Nesse sentido, pesquisadores vem estudando o uso do concentrado para fins do cultivo de alfaces em sistemas hidropônicos e serão analisados a seguir.

## 2.5 Estado da Arte

Soares et al. (2010) combinou águas doce e água adicionada de NaCl no preparo da solução nutritiva, para produção de alface variedade “Verônica” e não detectou sintomas de toxidez que pudesse ser atribuído aos níveis de condutividade elétrica (CEa) que variaram de  $2,1$  a  $8,6 \text{ mS.cm}^{-1}$ .

No trabalho de Soares et al. (2015) também utilizando água adicionada de NaCl, mas, sem combinar com água doce, estudou os níveis de CEa  $0,2$  a  $5,2 \text{ mS.cm}^{-1}$  e observou decréscimos lineares sobre os parâmetros de crescimentos avaliados.

Ao avaliar o crescimento da alface crespa variedades “Veronica” e “baba de verão”, Dias et al. (2011) preparou a solução nutritiva com rejeito da dessalinização em hidroponia com níveis variando de  $1,1$  a  $5,7 \text{ mS.cm}^{-1}$  e observou que a variedade “baba de verão” obteve maiores produtividades em relação a “Veronica” nos parâmetros massa fresca e área foliar.

Santos A. et al. (2010) e Santos R. et al. (2010) também utilizaram o concentrado da dessalinização para cultivar a alface variedade “Vera” com níveis de CEa de  $0,2$  a  $5,2 \text{ mS.cm}^{-1}$ , o aumento da salinidade levou à redução linear do crescimento das plantas de alface. As plantas apresentaram clorose generalizada no

início do ciclo, mas, esse sintoma não foi detectado na colheita. Com isso é necessária uma avaliação sensorial, níveis de nitrato e aplicação em escala comercial de alfaces cultivadas com esse meio que é o diferencial do presente trabalho.

Outro tipo de avaliação em alfaces hidropônica é o acúmulo de nitrato, que ocorre quando existe desequilíbrio entre a absorção e a assimilação desse íon, devido a fatores como disponibilidade do íon na solução nutritiva, intensidade luminosa, temperatura, genética, sistema de cultivo e qualidade da água de irrigação. As plantas necessitam de nitrogênio que é ofertado por meio do nitrato. O nitrato ingerido em excesso a partir dos alimentos, pode causar metahemoglobinemia, a comunidade europeia estabelece valores máximos permissíveis para consumo humano de 3.500,0 mg kg<sup>-1</sup> (LUZ et al. 2008).

Enquanto que Paulus et al. (2012a) realizou análise sensorial e teores de nitrato nas folhas da alface com CEa variando de 0,4 a 7,4 mS.cm<sup>-1</sup> também salinizadas a partir da adição de NaCl. Os autores observaram aumento dos níveis de nitrato nas folhas nos níveis mais altos de CEa, como também alteração no sabor das variedades “verônica” e “pira roxa”, no entanto, cada variedade cultivada pode apresentar tolerâncias distintas sobre o mesmo tipo de cultivo.

Silva et al. (2016) realizou um estudo que variava a temperatura da solução nutritiva para observar se haveria interação entre os níveis de nitrato ao cultivar alface em sistema hidropônico, os resultados mostraram que o acúmulo de nitrato no tecido fresco das folhas aumentou quando elevou-se as temperaturas da solução nutritiva. O aumento dos níveis de nitrato foram de 951,6 para 1.218,7 mg.kg<sup>-1</sup> de matéria fresca nas temperaturas de 15 e 25°, respectivamente.

No trabalho de Aprígio et al. (2012) foi avaliado o nitrato em alface hidropônica em função das vazões de irrigação que foram 0,5, 1,0 e 1,5 L.min<sup>-1</sup> e no dia da colheita, em média o teor de nitrato foi de 1.000,0 mg.kg<sup>-1</sup>, sem diferenças estatísticas com a variação da vazão.

Enquanto Pôrto et al. (2012) avaliou o aumento das dosagens de nitrogênio para observar o acúmulo de nitrato nas folhas e verificou que o aumento do nitrogênio na solução nutritiva resultou em incremento linear dos teores de nitrato na alface.

Esses trabalhos apontam características distintas para cada variedade cultivada sobre os aspectos de crescimento, sensorial e níveis de nitrato. Atualmente,

existe grande preocupação por parte dos consumidores, e até mesmo dos produtores, com a qualidade dos alimentos, destacando que a maior parte do nitrogênio é fornecida na forma de nitrato, o que pode acarretar acúmulo deste íon podendo ser prejudicial à saúde (PÔRTO et al. 2012).

Essas pesquisas apontam um crescimento de uso de águas salobras para irrigação de alimentos, em especial a alface, que é uma hortaliça bastante produzida e consumida no Brasil e por apresentar maior tolerância ao ser cultivada em sistema hidropônico como foi observado por Soares et al. (2007), podendo variar o comportamento de acordo com a variedade cultivada em relação ao excesso de sais aplicados na irrigação.

## 2.6 Cultivo hidropônico

- **Histórico e Evolução**

A hidroponia, como conhecida atualmente, caracteriza-se por um conjunto de informações agronômicas de produção bem organizada, mas antigamente plantas foram cultivadas sem uso do solo desde os Sumérios, habitantes da antiga Mesopotâmia. Na Babilônia, os jardins suspensos foram construídos com base em princípios hidropônicos, registrado em 600 a.C. Com o passar do tempo a história da hidroponia avançou até os tempos modernos (SOARES, 2007).

A história moderna da hidroponia começa no século XVII, quando John van Helmont, em seus experimentos com plantas, provou que elas obtêm substâncias da água. Os cientistas logo começaram a investigar novas maneiras de fornecer nutrientes para as plantas. Os avanços continuaram nos séculos XVIII e XIX, nos experimentos de cientistas alemães, Julius von Sachs e W. Knop, que descobriram que o nitrogênio, fósforo e potássio compreendem os três blocos principais de crescimento de plantas e desenvolveram uma fórmula de nutrientes baseada em suas descobertas (ALBERONI, 1997)

Em 1920, Dennis Hoagland desenvolveu a sua solução nutritiva padrão, cuja base ainda é utilizada em muitas misturas de nutrientes modernos. Na mesma

década, William Gericke na Universidade da Califórnia cria o termo "hidroponia" para se referir a plantas em crescimento sem água. A combinação das palavras gregas "hidro" para água e "ponos" para trabalho (JONAS, 1982).

Em 1960, a técnica de filme de nutrientes (NFT) foi desenvolvida durante o final por Allan Cooper na Inglaterra. Com o sistema NFT, uma fina película de nutrientes flui através de canais plásticos, que contêm as raízes das plantas sem uso do solo como meios de comunicação. O sistema radicular das plantas desenvolve-se no fluxo de solução de recirculação com níveis adequados de nutrientes, que atualmente utilizam-se os nutrientes da solução nutritiva desenvolvida por Pedro Roberto Furlani. Com isso, outros tipos de técnicas de cultivo foram se adaptando ao cultivo sem solo (SOARES, 2007).

- **Técnicas do cultivo**

Os sistemas de cultivo hidropônico diferem entre si. No “Deep film technique” – DFT ou *floating*, as plantas são cultivadas em vasos, sem substrato, com as raízes submersas na solução nutritiva, e um sistema de bombeamento de ar para a oxigenação. É necessário adaptar um sistema de sustentação para manter as plantas na posição vertical, comumente se usa isopor com furos, onde se colocam as plantas. Exige ajuste frequente da solução nutritiva, para impedir que a absorção de nutrientes produza mudanças nas concentrações dos nutrientes e no pH do meio.

Outra técnica é o “Nutrient film technique” – NFT, nesse tipo de sistema a solução de nutrientes é bombeada do reservatório para os canais de cultivo. Uma camada fina (película) da solução de nutriente flui através de cada canal contendo as culturas, passando por cada planta e molhando as raízes. A solução de nutrientes flui de um lado para outro devido a uma inclinação para a solução fluir e retornar até o tanque de armazenamento para recircular.

A aeroponia é o cultivo de plantas de forma que as raízes ficam suspensas no ar e recebem nebulizações intermitentes de solução nutritiva. As plantas ficam suspensas pelo caule em um suporte, e as raízes são mantidas dentro de câmaras opacas protegidas da luz, para evitar o desenvolvimento de algas. Este sistema é

pouco utilizado comercialmente devido ao custo de implantação e dificuldades operacionais.

Nos sistemas de cultivo com substratos as plantas são cultivadas em vasos, e utiliza-se um substrato inerte ou pouco ativo quimicamente como areia lavada, cascalho e argila expandida, para dar sustentação às plantas. O fornecimento da solução nutritiva pode se dar de diversas formas, como por exemplo: gotejamento, inundação e circulação. Diversos recipientes podem ser usados no cultivo com substratos: vasos, tubos de PVC, canaletas, filmes plásticos, canteiros de alvenarias, telhas e sacos.

No Brasil, as principais culturas produzidas por hidroponia são: a alface, a abobrinha, o aipo, o agrião, a cebolinha, o manjeriço, a menta, o morango, o pepino, o pimentão, a rúcula, a salsa e o tomate, entretanto, a alface é preferida por 90% dos produtores, pois apresenta ciclo de vida curto, alta produtividade e ampla aceitação no mercado (FURLANI, 1998).

### **2.6.1 Considerações sobre a cultura da alface**

A cultura da alface é classificada como moderadamente sensível a salinidade, valendo ressaltar que essa classificação é relativa por depender das condições ambientais e da planta, inclusive podendo variar entre variedades cultivadas de uma mesma espécie (MAAS e HOFFMAN, 1997).

A temperatura ideal do ar, para o cultivo de alface em sistema hidropônico é de 15 a 25°C e críticas de até 30°C, de acordo com Martinez (2006) temperaturas muito elevadas podem acelerar o pendoamento e comprometer a qualidade da cultura. Da mesma forma para a solução nutritiva que pode comprometer a qualidade das raízes das plantas se a temperatura for superior a 30°C.

Em sistemas NFT, recomenda-se que o reservatório da solução nutritiva tenha capacidade para armazenar, pelo menos, de 0,5 a 1,0 L por planta. Normalmente a circulação da solução nutritiva pelo sistema hidropônico NFT é controlada por um programador utilizando-se tempos de 15 a 20 minutos de circulação e de 10 a 15 minutos de descanso durante o dia, e a noite, 15 minutos ligado e 3 a 4 horas

desligado e a vazão indicada para canal de cultivo é entre 1,5 a 2,0 L.min<sup>-1</sup> (FURLANI, 2009).

Segundo dados da Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM, 2013), a alface é a hortaliça de maior importância econômica no Brasil, com uma área plantada, aproximadamente, 40 mil hectares, tem cultivo intensivo e a produção de sementes anual é de 126 toneladas apresentados no Quadro 3.

É uma hortaliça mundialmente conhecida e consumida em forma de saladas. No Brasil, o consumo médio de hortaliças fica em torno de 41,0 kg per capita ano e a alface está entre as principais hortaliças cultivadas, ocupando a sexta posição na ordem econômica.

Quadro 3 – Produção e área cultivada de sementes de alface no Brasil.

<b>Tipo de alface</b>	<b>Produção (Kg)</b>	<b>Área total (hectares)</b>
Lisa	17.177,36	5.367,93
<b>Crespa</b>	<b>69.908,69</b>	<b>20.561,38</b>
<b>Americana</b>	<b>33.035,16</b>	<b>11.011,72</b>
Roxa	1.385,68	407,55
Romana	152,92	44,68
Salad Bowl	5.177,61	1.618,00
<b>TOTAL</b>	<b>126.837,42</b>	<b>39.011,26</b>

Fonte: ABCSEM, 2013.

Observa-se que as alfaces mais produzidas são a crespa e a americana, que motivou a escolha desses dois tipos de alface neste trabalho. A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta herbácea com um caule diminuto ao qual se prendem as folhas. Sua coloração pode variar do verde-amarela, roxa e verde escuro. As raízes são do tipo pivotante e podem atingir até 60 cm de profundidade, porém, apresentam ramificações delicadas, finas e curtas.

A alface é a folhosa mais consumida no Brasil e apresenta uma grande importância econômica. Atualmente é explorada em todo território brasileiro, tanto em solo quanto em sistemas hidropônicos, sendo a principal cultura realizada por hidroponia em sistema NFT no país (OSHE et al. 2000).

Dentre as diversas variedades cultivadas de alface, o segmento de alface crespa variedade “crocante” tem sido uma inovação para a alfacicultura brasileira e foi lançado comercialmente no mercado no final de 2010 por duas empresas do setor sementeiro que atuam no Brasil (Seminis-Monsanto e Tecnoseed). Trata-se de um tipo inovador como um novo conceito e que mescla características de alface crespa com as qualidades da alface americana (PURQUERIO e MELO, 2011).

De acordo com Sala e Costa (2012), essa cultivar apresenta plantas vigorosas com folhas crespas, eretas e de coloração verde-clara brilhante. O ciclo de produção, da sementeira ao ponto ideal de colheita, varia em torno de 50 a 70 dias, conforme a região ou época de cultivo. Apresenta excelente resistência ao florescimento prematuro no verão, ótimo desempenho no inverno, a campo aberto e, em cultivo hidropônico, durante o ano todo.

Em relação a alface americana, possui formação de cabeça compacta, é cultivada na região sudeste e no período de verão é impraticável devido elevadas perdas. Com isso, o surgimento de novas cultivares como a alface americana variedade “gloriosa” que é uma cultivar resistente a altas temperaturas, selecionada a partir de variantes da cultivar “Lucy Brown”, possui tolerância ao pendoamento precoce e adaptação ao cultivo de verão. Apresenta ciclo precoce de 40 a 50 dias pós-transplante e pendoamento lento (SALA & COSTA, 2008).

## **2.7 Políticas Públicas para agricultura familiar**

Uma política pública que pode contribuir com a gestão de compras de produtos hidropônicos produzidos pela agricultura familiar, que vem ganhando crescente notoriedade desde sua criação, é o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) que pode ser integrado junto com a implantação de sistemas de dessalinização e hidropônicos, promovendo acesso à alimentação e incentivo à agricultura familiar.

Componente do Fome Zero, esse Programa atua na comercialização dos produtos da agricultura familiar ao viabilizar canais de escoamento da produção e assegurar preços justos para os produtos, questões estratégicas para o setor. O governo federal compra os alimentos de agricultores familiares para formação de estoques e atendimento a populações em situação de insegurança alimentar.

Após a aquisição dos produtos pelo programa, os beneficiados são: restaurantes populares, cozinhas comunitárias e bancos de alimentos, que recebem a produção da agricultura familiar pela modalidade Doação Direta do PAA. O PAA apresenta um caráter intersetorial, com suas regras definidas por um Grupo Gestor formado pelos seguintes ministérios: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS); Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA); Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA); Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MP); Ministério da Fazenda e Ministério da Educação (MEC). Os recursos advêm do MDA, do MDS e do MAPA por intermédio da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), com complementação pelos estados e municípios (MULLER, 2010).

No ano 2003 foram investidos 165 milhões, em 2009 foram aplicados R\$ 628 milhões no PAA, em 2012 esse investimento foi de 970 milhões, em 2014 passou de 1,2 bilhões e até 2017 quando o programa completou 10 anos de existência já foram investidos 5 bilhões (CAMARGO et al. 2013; ASCOM, 2017).

Garantir a venda dos produtos hidropônicos após a implantação da tecnologia de dessalinização e hidropônica, é uma forma de viabilizar a comercialização dos produtos e o sucesso financeiro dos beneficiados, a legalização dos microempreendedores com os programas de agricultura familiar geralmente são constituídos pelo cooperativismo

## 2.8 Cooperativismo

De acordo com Gimenes e Gimenes (2007), o cooperativismo é um modelo socioeconômico fundamentado na participação democrática, na independência, na solidariedade e na autonomia dos que se unem de forma voluntária em prol de um



objetivo econômico e social comum. Sendo assim, no mundo cooperativista, a meta é atender às necessidades do grupo e garantir o bem-estar de cada integrante.

As pessoas que se reúnem em cooperativas creem em um modelo econômico diferenciado, no qual as decisões são coletivas e os resultados distribuídos com equidade, conforme a participação de cada indivíduo. Honestidade, responsabilidade social, transparência e preocupação com o meio ambiente são valores essenciais das cooperativas.

O movimento cooperativista atua em 13 ramos de atividades diferentes que juntos somam 6.603 cooperativas. Interessante observar que 83% delas pertencem a cinco setores: Agropecuário (1.561), Transporte (1.095), Crédito (1.042), Trabalho (946) e Saúde (848).

## **2.9 Custos de produção**

De acordo com Callado e Callado (2007) os custos de produção são pouco utilizados pelos produtores rurais, pois, consideram uma técnica complexa e que apresenta pouco retorno prático. Também, a sua aplicação nas empresas rurais é mais usual por finalidade fiscal, não havendo interesse em sua aplicação na empresa por partes de produtores.

Os custos de produção são necessários para análise de rentabilidade dos recursos empregados em uma atividade produtiva. A sua realização é benéfica para tomada de decisão e permite ao empresário um indicativo econômico para a escolha de uma tecnologia mais viável para o seu empreendimento.

De acordo Crepaldi (2004), custos são gastos realizados para a fabricação de um produto ou execução de um serviço. Exemplo: matéria-prima de um produto e energia elétrica para a produção.

Segundo Martins (2010), os custos de produção podem ser calculados a partir de três grupos de custos: a mão de obra, os materiais relacionados com a produção (matéria prima, embalagens e materiais secundários) e os custos gerais de fabricação (energia elétrica e manutenção). Com o somatório dos custos é possível calcular o

custo de produção de determinado produto em uma unidade de tempo. Os custos ainda podem ser divididos em diretos e indiretos:

- **Custos diretos**

São relacionados diretamente com a produção de bem ou serviços, no qual pode-se ter uma medida exata do gasto realizado. Exemplo: a quantidade de matéria-prima utilizada na produção, embalagens e materiais de consumo.

- **Custos indiretos**

São custos que não podem ser determinados com precisão sobre o produto, por isso deve ser rateado e alocado com base em critérios. Exemplo: é possível que não seja possível quantificar a energia elétrica que cada produto consome ao ser produzido, então pode ser rateada com base na potência de equipamentos por exemplo. O método de analisar os custos de produção a partir dos custos diretos e indiretos é o custeio por absorção.

- **Custeio por absorção**

Esse método absorve os custos diretos e indiretos, relacionados a produção de bens elaborados. Todos os gastos relativos ao esforço de fabricação são distribuídos para todos os produtos feitos (MAHER, 2001). É um método de custeio que atende os princípios da legislação fiscal brasileira.

No custeio por absorção, os custos são alocados aos produtos fabricados. Os custos diretos são apropriados aos produtos por sua alocação direta e os custos indiretos por atribuição de critérios de rateio (CREPALDI, 2004).

A aplicação do custeio por absorção obedece a dois princípios básicos. O primeiro consiste em separar os custos relativos aos produtos dos demais custos de

período. O segundo trata da classificação dos custos diretos e indiretos (MARTINS, 2010).

- **Investimentos**

Os investimentos são gastos realizados na empresa com o objetivo de trazer mais receita ou melhorar a imagem da empresa. Investimentos sempre têm uma intenção de retorno. Exemplos: Compra de máquina para aumentar a produção; compra de carro para fazer entregas.

- **Retorno sobre investimento**

Entre os indicadores econômicos relacionados ao mundo dos negócios, o retorno sobre investimento (RSI) esteja entre os mais importantes. Ele é um termo bastante comum na análise de investimentos, sendo usado principalmente para identificar retornos financeiros, tanto potenciais como passados. A métrica do RSI mostra, por meio de uma taxa de retorno, quanto um investidor ganhou (ou perdeu) em relação ao valor aplicado em um determinado investimento.

---

## **CAPÍTULO 3**

# **MATERIAIS E MÉTODOS**

---

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Toda a estrutura para o desenvolvimento experimental do presente trabalho, em termos de montagem do sistema hidropônico, casa de vegetação, cultivo das alfaces, monitoramento das temperaturas do ar e da solução nutritiva, análise dos parâmetros de crescimento, níveis de nitrato e análise sensorial foi desenvolvida no Laboratório de Referência em Dessalinização (LABDES), da Unidade Acadêmica de Engenharia Química (UAEQ) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Foram cultivadas a alface crespa variedade “crocante” e alface americana variedade “gloriosa”, comercialmente viáveis na região do Nordeste do Brasil.

As espécies foram irrigadas com os concentrados de dois sistemas de dessalinização, concentrado 1 e concentrado 2, cada um com cinco níveis de tratamentos no manejo da solução nutritiva, pela técnica de fluxo laminar de nutrientes (NFT).

Os níveis de tratamentos foram utilizados no preparo da solução nutritiva e para repor as perdas diárias por evapotranspiração.

Os resultados dos parâmetros de crescimento, concentração de nitrato e análise sensorial foram submetidos a análise de variância (ANOVA). Análises de regressões também foram utilizadas para comparações entre tratamentos, tendo como referência os tratamentos controle de cada experimento, utilizando os softwares *IBM SPSS statistics 22* e *Excel*.

#### 3.1 Estrutura experimental

A casa de vegetação foi construída no LABDES com: uma estrutura de alumínio com teto estilo capela Figura 4 (A), com 5,25 m<sup>2</sup> em seu interior, medindo 3,50 metros de comprimento e 1,50 m de largura e 2,00 m de pé-direito. Seu teto e as laterais foram revestidos com um filme agrícola de polietileno difusor de luz 125 µm presos através de perfil e mola Figura 4 (B).

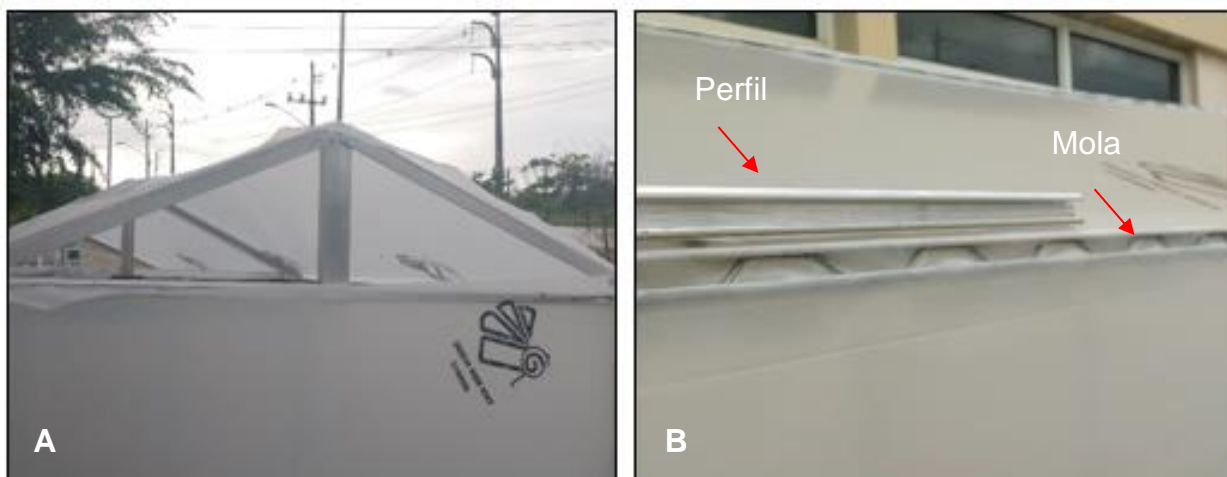


Figura 4 – Casa de vegetação com teto em formato de capela (A) e perfil e mola para prender o filme agrícola (B).

Fonte: AUTOR, 2015.

Foram montadas no interior da casa de vegetação 15 parcelas experimentais, de acordo as recomendações de Furlani (1998), apresentada na Figura 5, sendo compostas individualmente por:

1. Um perfil hidropônico NFT de polipropileno com 90 cm de comprimento, 8 cm de largura, 4,5 cm de altura (interior do perfil), 3 orifícios, distância entre os orifícios de 25 cm e diâmetro dos orifícios de 5 cm;
2. Um reservatório de 3 L de solução nutritiva, revestido com lona tipo *blackout* preto/branco 150  $\mu$ m;
3. Um sistema injetor composto por uma mangueira de 6 mm de diâmetro engatada a uma bomba submersa (*Sarlo Better mini 220V*) com vazão média de 1,8 L/min para conduzir a solução nutritiva até o perfil hidropônico;
4. Um sistema de retorno da solução com uma mangueira 25 mm de diâmetro, acoplada a um tubo de policloreto de vinila preso com veda calha ao perfil, para o retorno da solução até o reservatório, por gravidade.



Figura 5 – Interior da casa de vegetação utilizada nos experimentos com alface hidropônica pela técnica de fluxo de nutrientes (NFT).  
Fonte: AUTOR, 2015.

As parcelas experimentais foram montadas lado a lado a uma altura de 70 cm do solo, possuindo 4 pontos de apoio, espaçamento de 20 cm entre parcelas e com média de 8 horas de exposição solar.

Todas as parcelas experimentais possuíam as mesmas medidas a fim de manter a homogeneidade das unidades experimentais que justificam o tipo de planejamento escolhido.

### 3.2 Obtenção dos concentrados

- **Concentrado 1**

O concentrado 1 foi coletado a partir do sistema de dessalinização da Cooperativa Agropecuária Hidroçu, localizada no sítio Uruçu no município de São João do Cariri – PB e encaminhado ao LABDES para ser armazenado em bombona de polietileno de 500 L, em ambiente protegido de luminosidades durante a realização dos experimentos com a alface cresa e americana.

A Cooperativa foi criada a partir da implantação do projeto: “Água: Fonte de alimento e renda – uma alternativa sustentável para o semiárido”.

A solução inovadora foi implantar em Uruçu quatro unidades de produção que funcionassem de forma integrada, fazendo uso criativo do concentrado: uma unidade de água potável; uma de hortaliças, através da hidroponia; uma de criação de tilápias (piscicultura); e outra de produção da microalga *Spirulina* apresentados na Figura 6.

As ações inovadoras envolveram a transferência de tecnologias das universidades diretamente para a comunidade, estimulando o empreendedorismo com a venda dos produtos, a geração de trabalho e renda e, consequentemente, a melhoria da qualidade de vida.

A Cooperativa Hidroçu é responsável por dar continuidade ao desenvolvimento do projeto a partir das unidades construídas, em benefício de seus cooperados.

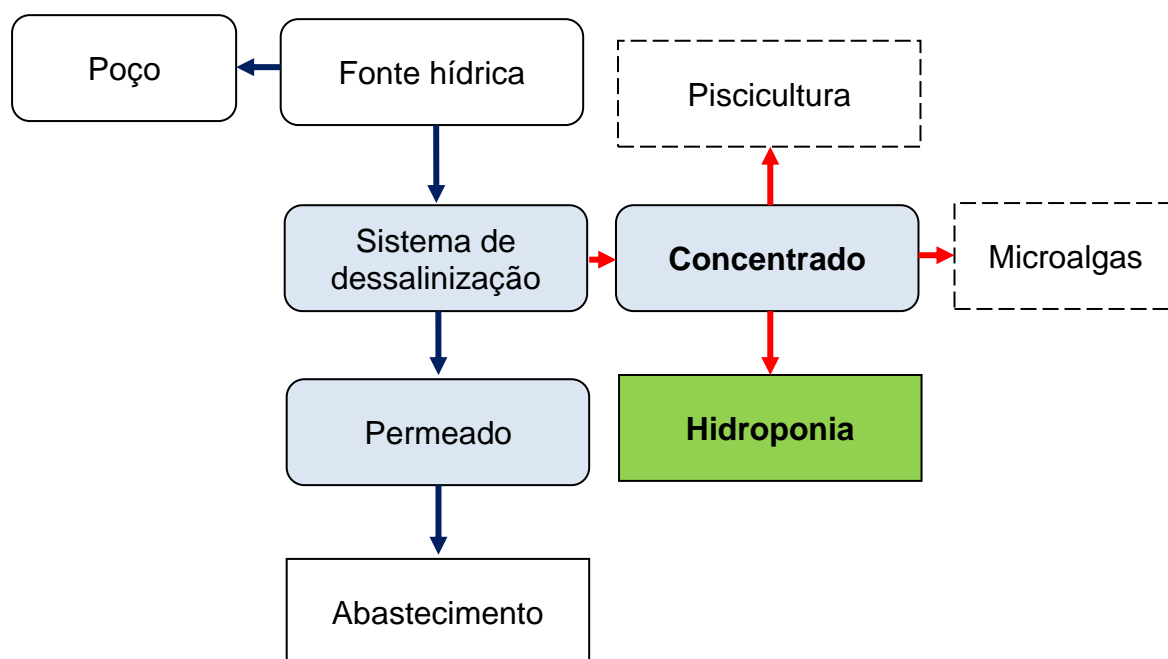


Figura 6 – Modelo do sistema produtivo aplicado na Cooperativa Hidroçu.

O sistema de dessalinização é composto por membrana de osmose inversa do tipo BW4040.



- **Concentrado 2**

O concentrado 2 foi coletado a partir sistema de dessalinização localizado no distrito de Santa Luzia, do município de Picuí – PB e armazenado de forma semelhante ao concentrado 1. A implantação do sistema de dessalinização é parte do projeto intitulado: “Aproveitamento econômico do concentrado do processo de dessalinização via osmose inversa – unidade demonstrativa” implantado pelo Laboratório de Referência em Dessalinização. O sistema de dessalinização é composto por membrana de osmose inversa do tipo BW30-8040.

A meta do projeto é fornecer água potável e gerar práticas ambientais, sociais e econômicas para o desenvolvimento da região, a partir do aproveitamento do concentrado para produção hidropônica, tudo integrado a unidade de dessalinização. Isso contribui para que o processo de dessalinização seja importante na região.

Esse projeto foi contemplado com o patrocínio da Agência Nacional de Águas (ANA) e parcerias com a Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQPB) e a Prefeitura municipal de Picuí-PB. A execução foi realizada pelo Laboratório de Referência em Dessalinização (LABDES) da Universidade Federal de Campina Grande – PB (UFCG)

O distrito de Santa Luzia foi a localidade beneficiada e está localizada na zona rural do município de Picuí-PB a 250 km da capital João Pessoa. Pertence a mesorregião da Borborema e microrregião do Seridó oriental.

O distrito foi escolhido em função de seus baixos índices pluviométricos, cerca de 500 mm.ano<sup>-1</sup> em anos considerados normais podendo chegar a 100 mm.ano<sup>-1</sup> em anos de seca, evapotranspiração em torno 2.000 mm.ano<sup>-1</sup>, clima semiárido e lençol freático está embasado em rochas cristalinas com baixas possibilidades de poços com vazões e qualidade adequadas. De acordo com os dados fornecidos pela prefeitura de Picuí- PB (2012) a comunidade de Santa Luzia tem uma população de aproximadamente 600 habitantes, somados em torno de 230 famílias.

Durante o desenvolvimento dos experimentos de escala de bancada deste trabalho, houve a implantação do projeto em escala real, incluindo as etapas de construção conforme o fluxograma da Figura 7.

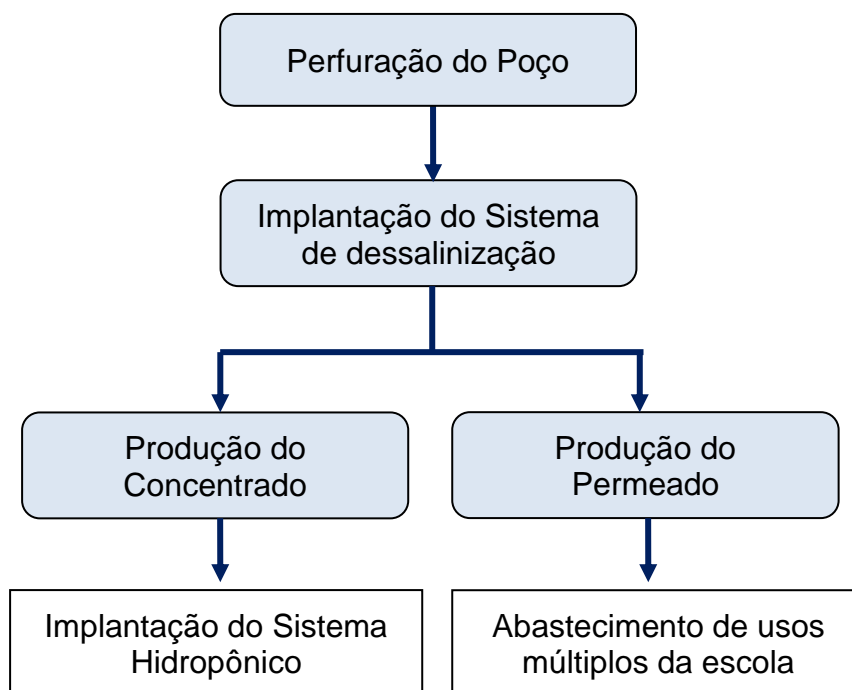


Figura 7 – Etapas de implantação do projeto em escala real.

### 3.3 Preparo da solução nutritiva e dos tratamentos

A solução nutritiva foi preparada de acordo com a formulação de Furlani (1998), para o cultivo de folhosas em hidroponia NFT com condutividade elétrica (CEa)  $2,10 \text{ mS.cm}^{-1}$  quando elaborada com água de baixa CEa ( $0,10 \text{ mS.cm}^{-1}$ ). No Quadro 4, são apresentadas as composições para preparar 1.000 litros de solução. Os kits de nutrientes foram adquiridos de empresa de adubos para hidroponia.

Quadro 4 – Nutrientes usados no preparo de 1.000 L de solução nutritiva ( $2,10 \text{ mS.cm}^{-1}$ ).

Nutrientes	Quantidade ( $\text{g.1000L}^{-1}$ )
Nitrato de Cálcio	750
Nitrato de Potássio	500
Fosfato monoamônio	150
Sulfato de Magnésio	450
Ferro (6%)	30
Micros light (Mo, B, Zn, Cu, Mn e Ni)	10

Fonte: FURLANI, 1998.

O autor sugere também o ajuste da solução (Quadro 5) quando preparada com água doce, através do monitoramento da condutividade elétrica pela adição de nutrientes com soluções estoque sempre que houver redução de  $0,25 \text{ mS.cm}^{-1}$  da condutividade inicial. Para cada diferença de  $0,25 \text{ mS.cm}^{-1}$  da CEa inicial, adicionou-se cerca de 5 ml da solução A e B e 0,5 ml da solução C.

Quadro 5 – Composições das soluções de ajuste para as culturas de hortaliças de folhas

Solução	Fertilizante	Quantidade ( $\text{g.10L}^{-1}$ )
A	Nitrato de Potássio	1.200
	Fosfato monoamônio	200
	Sulfato de Magnésio	240
B	Nitrato de Cálcio	600
C	Ferro	20
	Micros light	2

Fonte: FURLANI, 1998.

O concentrado foi utilizado como meio aquoso para os sais no preparo da solução nutritiva e repor as perdas diárias de água, por evapotranspiração, nas proporções de (0; 25; 50; 75 e 100)% de diluição.

As diluições foram preparadas com adição de água dessalinizada produzida no LABDES a partir da água de abastecimento local ( $\text{CEa} = 1,2 \text{ mS.cm}^{-1}$ ), obtendo um permeado de ( $\text{CEa} = 0,1 \text{ mS.cm}^{-1}$ ).

As proporções das diluições de cada concentrado, (0; 25; 50; 75 e 100)% resultaram em CEa distintas, nomeadas de (T1; T2; T3; T4 e T5) observadas no Quadro 6. A proporção de 0% (T1) foi tomada como controle, para fins de comparação com as proporções subsequentes.

Quadro 6 – Condutividades elétricas dos tratamentos a partir da diluição dos concentrados.

Proporções (%)	Tratamentos	Condutividade elétrica (mS.cm <sup>-1</sup> )	
		Concentrado 1	Concentrado 2
Controle	T1	0,10	0,10
25	T2	2,30	1,10
50	T3	4,40	2,10
75	T4	6,20	3,10
100	T5	8,40	4,14

Os nutrientes foram adicionados a todos os tratamentos no primeiro dia de cultivo, nos demais dias foram realizadas apenas as reposições diárias com as diluições do concentrado, não havendo reposição diária de nutrientes para os níveis de tratamentos T2, T3, T4 e T5. Também não houve troca de solução nutritiva durante os experimentos.

### 3.4 Delineamento Experimental

Os experimentos foram conduzidos pelo delineamento inteiramente casualizado (DIC), aplicando-se cinco níveis de condutividades elétricas e três repetições. Apresenta-se na Tabela 1 as combinações entre o tipo de concentrado e a variedade cultivada nos experimentos.

Tabela 1 – Combinações entre o tipo de concentrado e a variedade cultivada dos experimentos.

Experimento	Tipo de concentrado	Variedade Cultivada	Semeadura	Data de transplântio	Data de colheita
I	1 (Uruçu)	Alface crespa /crocante	06/07/2015	21/07/2015	25/08/2015
II	1 (Uruçu)	Alface americana /gloriosa	12/10/2015	27/10/2015	01/12/2015
III	2 (Picuí)	Alface crespa /crocante	15/01/2016	30/01/2016	05/03/2016
IV	2 (Picuí)	Alface americana /gloriosa	02/05/2016	17/05/2016	21/06/2016

Os experimentos com alface foram realizados conforme a metodologia do fluxograma da Figura 8.

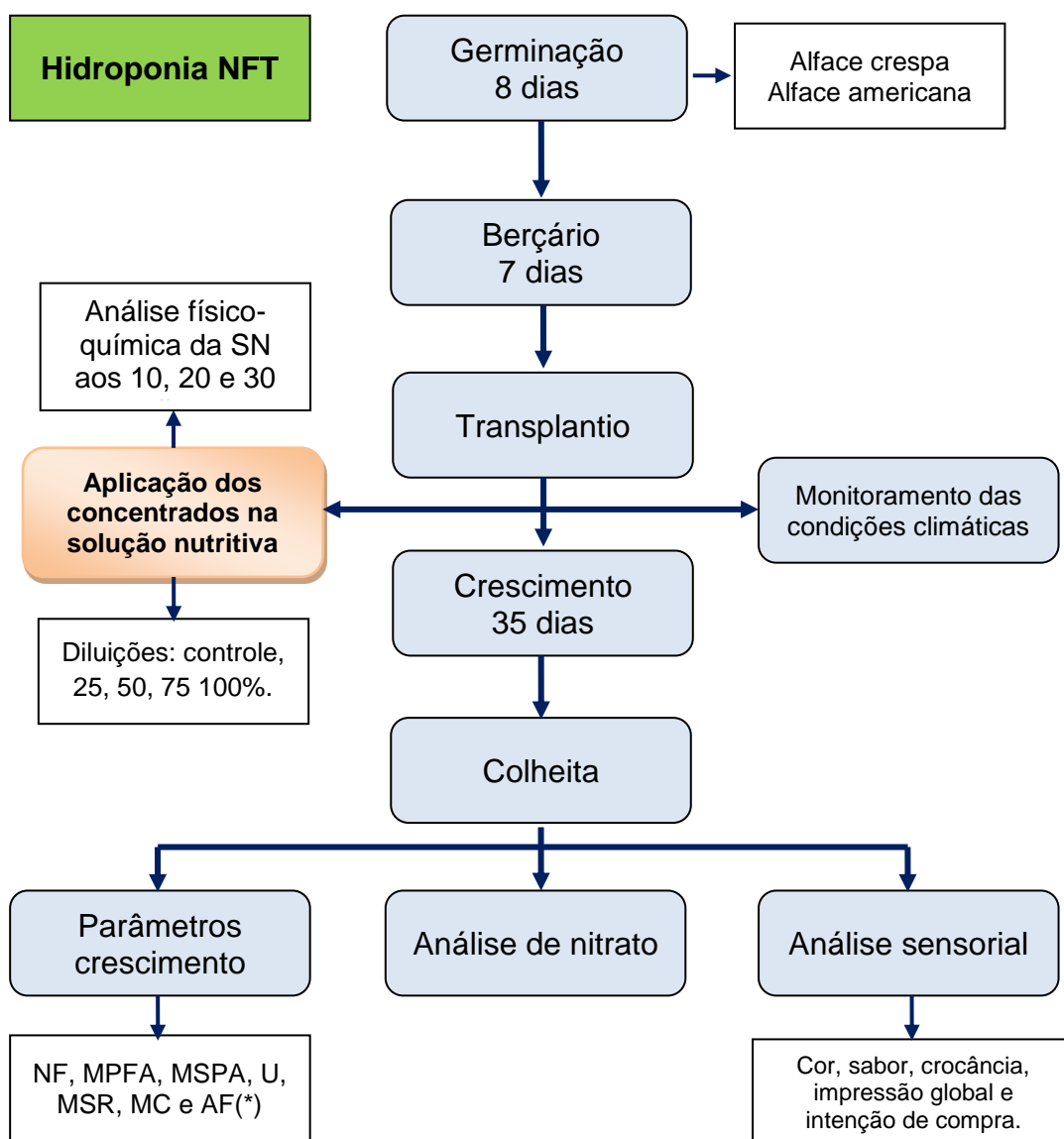


Figura 8 – Fluxograma da metodologia aplicada no desenvolvimento do trabalho em escala de bancada para as culturas de alface

(\*) NF – número de folhas; MFPA – massa fresca da parte aérea; MSPA – massa seca da parte aérea; U – umidade; MSR – massa seca das raízes; MC – massa do caule; AF – área foliar; SN – solução nutritiva.

### 3.4.1 Germinação, berçário e transplântio

A Figura 9 (A), (B) e (C) representam as etapas de cultivo da germinação, berçário e transplântio respectivamente no sistema hidropônico NFT em escala experimental.

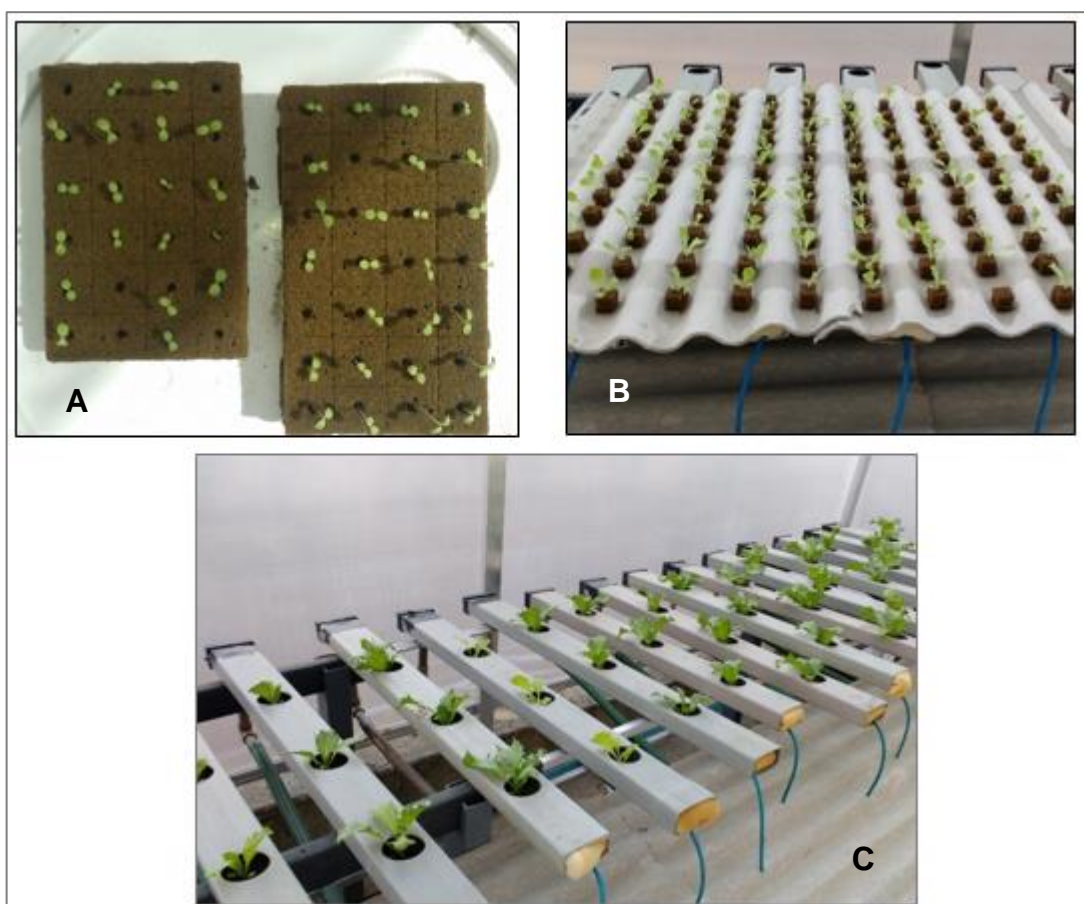


Figura 9 – Etapas de produção da alface em hidroponia germinação (A), berçário (B) e perfil definitivo (C).

Fonte: AUTOR, 2015.

Sementes peletizadas foram semeadas em espuma fenólica medindo (2,5 x 2,5 x 2,5 cm) com orifício central em formato cônico. Em cada orifício foi colocado uma semente, deixando-as em ambiente escuro por 1 dia, as sementes foram semeadas em dobro para compensar falhas de germinação. Em seguida foram levadas para a casa de vegetação onde foram irrigadas apenas com água dessalinizada durante 7 dias até serem transplantadas para o berçário (SOARES, 2007).

No berçário, permaneceram por 7 dias irrigadas com solução nutritiva de Furlani (1998) 50% para adaptação ao meio de cultivo. A irrigação no berçário, Figura 9 (B), foi feita manualmente 5 vezes ao dia, após isso, foram escolhidas as plantas mais similares para serem transplantadas para o perfil definitivo, Figura 9 (C).

### 3.4.2 Crescimento

Os tratamentos com as diluições dos concentrados foram iniciados após o transplântio e permaneceram irrigando as plantas por 35 dias, até o dia da colheita.

Durante o crescimento foram monitorados, a temperatura do ar, com auxílio de um termopar tipo k MTK-01 instalado a 1,7 m do solo Figura 10 (A) e as temperaturas da solução nutritiva com 5 termopares, um em cada tratamento Figura 10 (B), todos ligado “no-break” e no “data logger” que registraram as temperaturas para cada intervalo de uma hora Figura 10 (C).

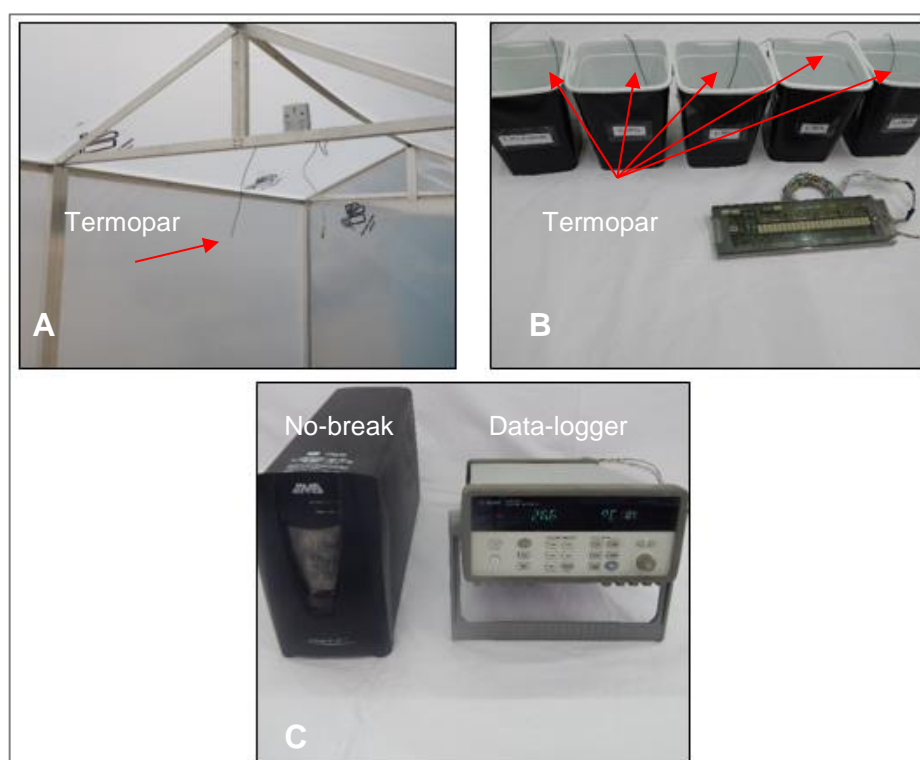


Figura 10 – Medidor de temperatura do ar (A), da solução nutritiva (B) e “no-break” e “data logger” usados no monitoramento (C).

Fonte: AUTOR, 2015.

A solução nutritiva também foi monitorada registrando-se os valores de condutividade elétrica, pH e consumo hídrico das plantas durante os 35 dias de crescimento, sempre no mesmo horário. O volume foi calculado dividindo a água total consumida pelo número de plantas no perfil. Sempre que o nível do tanque estava abaixo de 3 L foi realizada a reposição de água com auxílio de proveta. O pH foi corrigido com ácido fosfórico  $0,33 \text{ mol.L}^{-1}$  sempre que apresentava-se fora do intervalo de 5,5 a 7,5 (FURLANI, 1998).

Para avaliar o comportamento da concentração de sais da solução nutritiva foram coletadas amostras individuais dos tanques que continham os tratamentos a cada 10 dias, retirando-se uma amostra de 100 ml. Essa amostra foi desconsiderada no cálculo do consumo hídrico. Foram realizadas análises de sódio, potássio, ferro total, cálcio e magnésio sobre as metodologias descritas no (APHA, 2012).

### **3.4.3 Colheita**

Aos 35 dias pós o transplântio, as 8h00min. da manhã, todas as plantas foram coletadas em sacos plásticos e encaminhadas ao LABDES, para realização das análises dos parâmetros de crescimento e níveis de nitrato, em triplicata, e análise sensorial com 30 provadores.

#### **3.4.3.1 Análise dos parâmetros de crescimento**

Mediu-se o número de folhas (NF), tendo como referência para contagem, as folhas maiores que 3 cm (BLAT, et al. 2011). Em sequência as plantas foram separadas em parte aérea e raízes, a parte aérea foi pesada em balança com precisão de 0,01 g para obtenção do parâmetro massa fresca da parte aérea (MFPA). Em seguida, a parte aérea foi separada em caule e folhas para obtenção da área foliar (AF) e massa do caule (MC).

A estimativa da AF foi obtida pelo desenho da silhueta das folhas em pranchetas transparentes que continha quadrados medindo  $1 \times 1 \text{ cm}^2$  cada, em



seguida contou-se os quadrados preenchidos pelo contorno de cada folha, os quadrados menores que 50% de preenchimento, não foram contabilizados para a estimativa do parâmetro AF (MARSHALL, 1968; ZEIST, 2014).

A parte aérea (folhas e caule) e as raízes foram levadas para estufa a temperatura de 105°C por 24 horas para obtenção dos parâmetros massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR). O teor de água (umidade) foi determinado pela razão entre as massas secas e a massa fresca das plantas utilizando-se a Equação 1 (SOARES, 2007).

$$U\% = \left( \frac{MFPA - MSPA}{MFPA} \right) 100 \quad (1)$$

Onde,

U - teor de água da planta (%);

MFPA - massa fresca da parte aérea em gramas (g);

MSPA - massa seca da parte aérea (g).

### 3.4.3.2 Determinação da concentração de nitrato

No dia da colheita, uma planta de cada tratamento e de cada repetição foi utilizada para a análise da concentração de nitrato, em triplicata.

De forma aleatória, unidades amostrais foram retiradas das folhas das alfaces, em seguida 1 g de tecido fresco foi macerado em almofariz, para o preparo do extrato fresco em 6 ml água deionizada, o qual após passar por uma peneira de malha fina foi centrifugado por 15 min. a 3.000 rpm para sedimentar resíduos. A leitura da absorbância foi feita a 410 nm em espectrofotômetro com auxílio de uma curva de calibração, que pode ser observada no APÊNDICE A, preparada a partir de soluções diluídas de NaNO<sub>3</sub>, de acordo com o método colorimétrico descrito por Cataldo et al. (1975), que pode ser observado no ANEXO A.

### 3.4.3.3 Análise Sensorial

Para os testes sensoriais uma folha de cada tratamento foi servida em recipientes plásticos codificados. Os provadores foram orientados a prova-las e tomar um pouco de água entre uma amostra e outra. Por fim, responder uma ficha com escala hedônica de 7 pontos onde: 1 equivale a “desgostei muito” e 7 a “gostei muito” para as variáveis: sabor, cor, crocância e impressão global. Na mesma ficha de avaliação foi feita análise da intenção de compra. As fichas de avaliação e modelo do termo de consentimento estão no APÊNDICE B.

Ao todo 30 provadores participaram da análise sensorial sendo 15 do Hospital Universitário entre estes nutricionistas e funcionários e 15 da UFCG entre funcionários e alunos de mestrado/doutorado.

A análise sensorial foi aprovada pelo Certificado de Apresentação para Apreciação Ética – CAAE sob número: 57362916.0.0000.5182 (ANEXO B).

## 3.5 Custos de produção

Para a estimativa dos custos de produção foi utilizado como base, os custos que envolveram a produção das alfaces hidropônicas, cultivadas com o concentrado, e a produção da água dessalinizada em função das quantidades produzidas por unidade de tempo.

Para a quantificação dos investimentos foram utilizados os preços das implantações dos sistemas de dessalinização e hidropônico do Distrito de Santa Luzia, município de Picuí-PB. O sistema foi implantado e monitorado pelo LABDES que cedeu os valores de investimentos, ANEXO C.

O método utilizado para a análise dos custos foi o custeio por absorção, consistindo na apropriação de todos os custos de produção aos bens elaborados, todos os gastos relativos ao esforço de produção são distribuídos para todos os produtos ou serviços feitos. Para Martins (2010), a apuração se dá conforme as equações 2; 3; 4; 5 e 6.

$$Ct = Cd \times Ci \quad (2)$$

Onde,  
 Ct - Custos totais R\$  
 Cd - Custos diretos R\$  
 Ci - Custos indiretos R\$

$$Cp = \frac{Ct}{Pt} \quad (3)$$

Onde,  
 Cp - custos de produção unitária R\$  
 Ct - custos totais R\$  
 Pt - Produção total (quantidade)

$$Fb = Pt \times Pvu \quad (4)$$

Onde,  
 Fb - Faturamento bruto R\$  
 Pt - Produção total (quantidade)  
 Pvu - Preço de venda unitário R\$

$$Ll = Fb - Ct \quad (5)$$

Onde,  
 Ll - Lucro líquido R\$  
 Fb – Faturamento bruto R\$  
 Ct - Custos totais R\$

$$ROI = \frac{Investimento}{Ll} \quad (6)$$

Onde,  
 ROI - Retorno sobre investimento (unidade de tempo)  
 Investimentos R\$  
 Ll - Lucro líquido R\$. (unidade de tempo<sup>-1</sup>)

---

## **CAPÍTULO 4**

# **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

---

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados dos experimentos com as alfaces crespa e americana, cultivadas com os concentrados 1 e 2 no sistema hidropônico NFT.

Inicialmente com os resultados da composição da água dos concentrados, em seguida o monitoramento das condições climáticas e da solução nutritiva durante os experimentos.

Serão apresentados os resultados observados para os parâmetros de crescimento, a concentração de nitrato, a análise sensorial e os custos de produção com a implantação do projeto na Comunidade de Santa Luzia em Picuí – PB, com o beneficiamento de água potável e hidroponia de uso do concentrado para produção de alface hidropônica.

As Figuras 11 (A, B, C e D) representam os experimentos I, II, III e IV respectivamente realizados nesse trabalho.



Figura 11 – Experimento I – cultivo de alface crespa com o concentrado 1 (A), experimento II – cultivo de alface americana com o concentrado 1 (B), experimento III – cultivo de alface crespa com o concentrado 2 (C) e experimento IV – cultivo de alface americana com o concentrado 2 (D).

Fonte: AUTOR, 2015/2016.

#### 4.1 Análise físico-química dos concentrados

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os resultados das análises físico-químicas dos níveis de tratamentos aplicados no cultivo das alfaces no sistema hidropônico NFT e também as análises das águas dos poços e permeados dos dois sistemas de dessalinização.

Tabela 2 – Análise físico química do sistema de dessalinização e dos tratamentos preparados a partir do concentrado 1.

Parâmetros	Concentrado 1					Poço	Permeado	VPM
	T1	T2	T3	T4	T5			
CEa mS.cm <sup>-1</sup>	0,10	2,30	4,40	6,20	<b>8,40</b>	3,05	0,12	-
pH	6,1	8,1	8,2	8,1	<b>8,1</b>	7,3	6,4	6,0 a 9,5
Dureza, mg.L <sup>-1</sup>	5,8	533,4	1.001,2	1.310,9	<b>1.898,1</b>	656,3	4,5	500,0
Na <sup>+</sup> , mg.L <sup>-1</sup>	19,6	293,9	595,0	835,4	<b>1.106,6</b>	509,4	25,6	250,0
K <sup>+</sup> , mg.L <sup>-1</sup>	0,2	5,70	11,6	17,47	<b>26,4</b>	9,1	1,6	-
CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> , mg.L <sup>-1</sup>	0,0	16,0	49,0	76,0	<b>99,7</b>	45,4	0,0	-
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg.L <sup>-1</sup>	6,2	146,0	194,0	283,7	<b>411,7</b>	390,0	11,6	-
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , mg.L <sup>-1</sup>	3,5	54,60	168,6	249,7	<b>334,3</b>	148,4	3,3	250,0
Cl <sup>-</sup> , mg.L <sup>-1</sup>	24,9	720,6	1.374,2	1.923,6	<b>2.596,8</b>	905,3	32,7	250,0
NH <sub>3</sub> , mg.L <sup>-1</sup>	0,0	0,56	1,17	1,5	<b>2,21</b>	1,85	0,09	1,5
STD, mg.L <sup>-1</sup>	57,3	1.384,8	2.581,7	3.585,3	<b>4.930,2</b>	2.261,0	78,8	1000,0

Tabela 3 – Análise físico química do sistema de dessalinização e dos tratamentos preparados a partir do concentrado 2.

Parâmetros	Concentrado 2					Poço	Permeado	VPM
	T1	T2	T3	T4	T5			
CEa mS.cm <sup>-1</sup>	0,10	1,14	2,10	3,10	<b>4,14</b>	2,50	0,27	-
pH	6,1	7,0	7,1	7,1	<b>7,3</b>	7,1	6,9	6,0 a 9,5
Dureza, mg.L <sup>-1</sup>	5,8	236,2	423,7	660,0	<b>883,7</b>	592,0	28,0	500,0
Na <sup>+</sup> , mg.L <sup>-1</sup>	19,6	78,1	195,7	295,1	<b>415,1</b>	358,85	43,14	250,0
K <sup>+</sup> , mg.L <sup>-1</sup>	0,2	3,1	6,37	10,3	<b>12,7</b>	6,22	0,12	-
CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> , mg.L <sup>-1</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0,0</b>	0,0	0,0	-
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg.L <sup>-1</sup>	6,2	14,0	30,0	48,0	<b>110,0</b>	98,0	28,0	-
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , mg.L <sup>-1</sup>	3,5	3,4	10,8	17,1	<b>34,3</b>	13,12	1,47	250,0
Cl <sup>-</sup> , mg.L <sup>-1</sup>	24,9	353,2	672,7	995,7	<b>1.249,6</b>	831,41	67,45	250,0
NH <sub>3</sub> , mg.L <sup>-1</sup>	0,0	0,9	2,3	3,9	<b>5,2</b>	1,0	0,05	1,5
STD, mg.L <sup>-1</sup>	57,3	524,1	1.050,2	1.567,8	<b>2.107,1</b>	1.572,61	155,72	1000,0

Os níveis de tratamentos foram preparados a partir da diluição do concentrado (T5), coletado nos sistemas de dessalinização conforme comentado anteriormente.

Observa-se que são tipos de águas com níveis elevados de sais dissolvidos, a exemplo da dureza, sódio e cloretos. Sendo mais acentuados no concentrado 1 do que no concentrado 2. Sabe-se que a qualidade de água é um fator limitante para a irrigação nos diversos tipos de cultivos, o qual pode apresentar comportamentos diferentes nos parâmetros de crescimento, acúmulo de nitrato e nos aspectos sensoriais de diferentes variedades de alface.

Observa-se também, que as águas dos poços dos dois sistemas de dessalinização encontravam-se acima dos valores máximos permissíveis de acordo com a portaria 2014/11 do Ministério da Saúde, que estabelece padrões de qualidade de água para consumo humano, no entanto, após a dessalinização via osmose inversa, observados no permeado, todos ficaram abaixo dos valores máximos permissíveis.

## 4.2 Monitoramento climático

- **Temperatura do ar na casa de vegetação dos experimentos I, II, III e IV.**

Observa-se na Figura 12 o perfil das temperaturas médias por hora dos 35 dias monitorados durante o cultivo dos quatro experimentos.

Percebe-se que as temperaturas máximas em cada experimento foram de 31, 33, 31 e 27°C para os experimentos I, II, III e IV respectivamente.

A temperatura do ar no interior da casa de vegetação foi superior a ideal para cultivo de alface em hidroponia, compreendida entre 15 e 25°C e críticas de até 30°C (MARTINEZ, 2006). O autor afirma que temperaturas altas podem provocar pendoamento precoce causando o alongamento do caule, reduzindo o número de folhas e estimulando a produção de látex, o que torna o sabor da folha amargo, resultando em uma colheita de má qualidade, não expressando, portanto, o seu máximo potencial genético, comprometendo a produção.

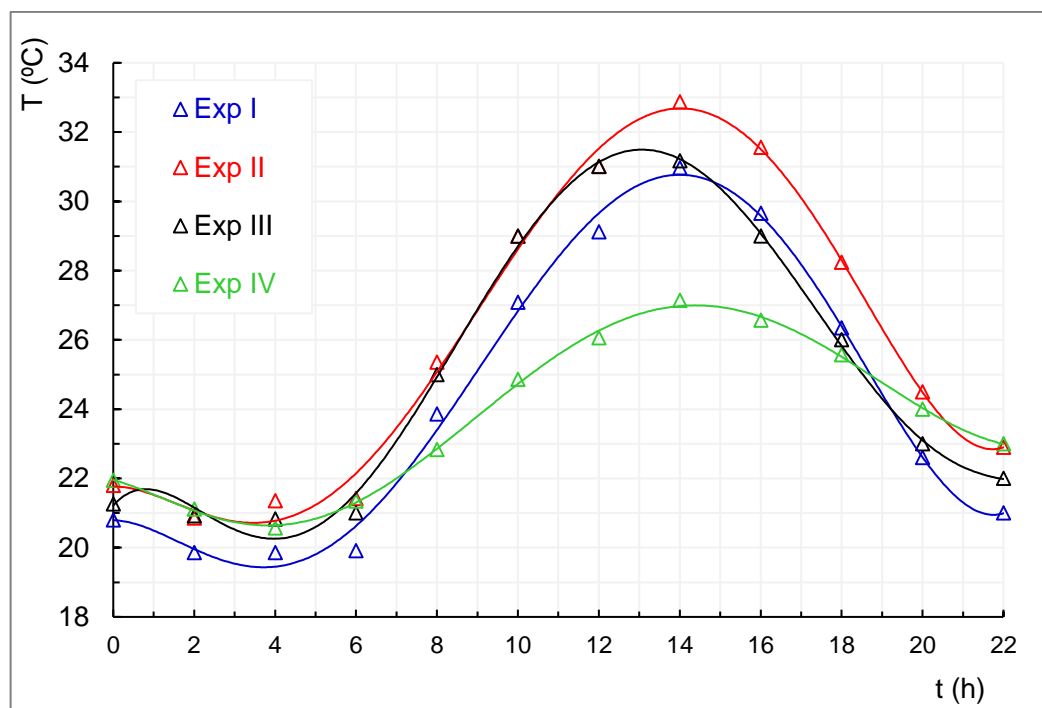


Figura 12 – Médias das temperaturas no interior da casa de vegetação dos experimentos I, II, III e IV.

De acordo com Villela et al., (2010) altas temperaturas são ideais quando se objetiva acelerar o pendoamento. A alface comercial quando cultivada em temperaturas acima de 20°C, o pendoamento é estimulado e se intensifica à medida que a temperatura aumenta, esse fator não é interessante para produções comerciais.

Nesse trabalho não foram observados efeitos de pendoamento precoce mesmo com temperaturas máximas acima de 30°C.

Temperaturas acima do recomendado também foram observadas no trabalho de Alves et al. (2011) ao estudar a alface crespa variedade “verônica” cultivada em hidroponia NFT utilizando água adicionada de NaCl como tratamentos e sob as condições do clima do município de Cruz das Almas – Bahia e também sem efeito de pendoamento.



### 4.3 Monitoramento da solução nutritiva

- Temperatura

Em relação a temperatura da solução nutritiva, foram verificadas temperaturas máximas de 28, 30, 29 e 27°C para os experimentos I, II, III e IV observados nas Figuras 13, 14, 15 e 16. Não houve diferenças significativas das temperaturas entre tratamentos com o aumento da CEa.

Martinez (2006) também recomenda temperaturas críticas até 30°C e faixa ideal entre 15 e 25°C. Incidência luminosa também pode provocar efeitos negativos na solução como a proliferação de algas, comprometendo a absorção de nutrientes. Altas temperaturas estão relacionadas também com a morte das raízes.

Quanto maior a temperatura da solução nutritiva, menor a capacidade de dissolver oxigênio, menor a permeabilidade da água na rizosfera, menor assimilação de nutrientes e menor o crescimento e desenvolvimento das plantas (TAIZ & ZEIGER, 2004).

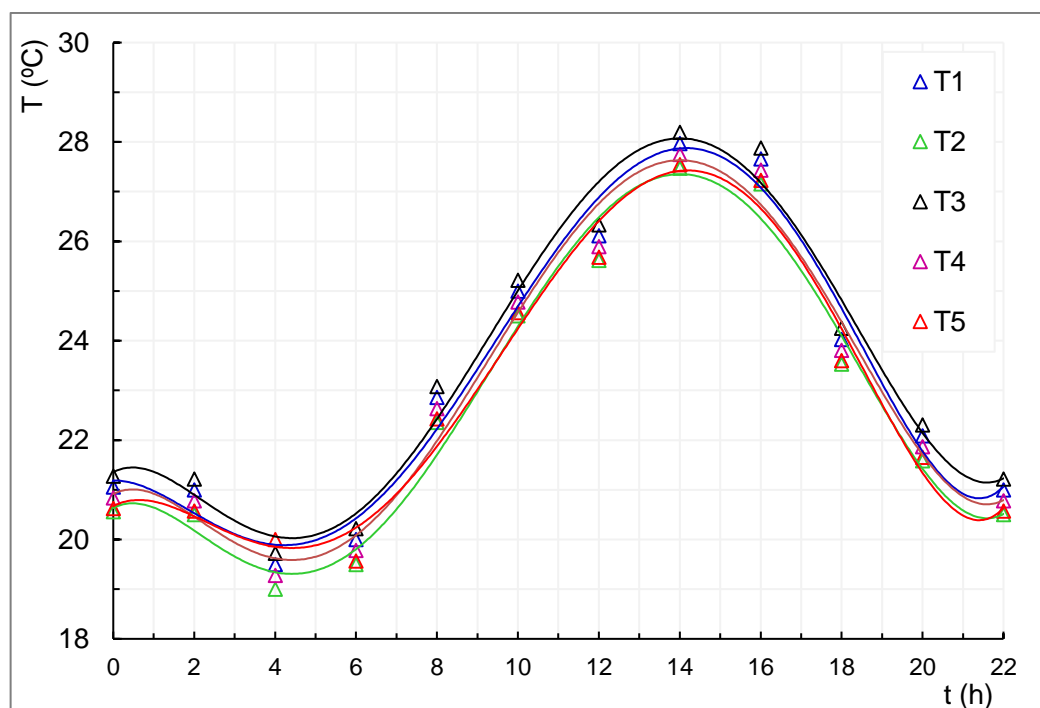


Figura 13 – Perfil médio das temperaturas da solução nutritiva do experimento I.

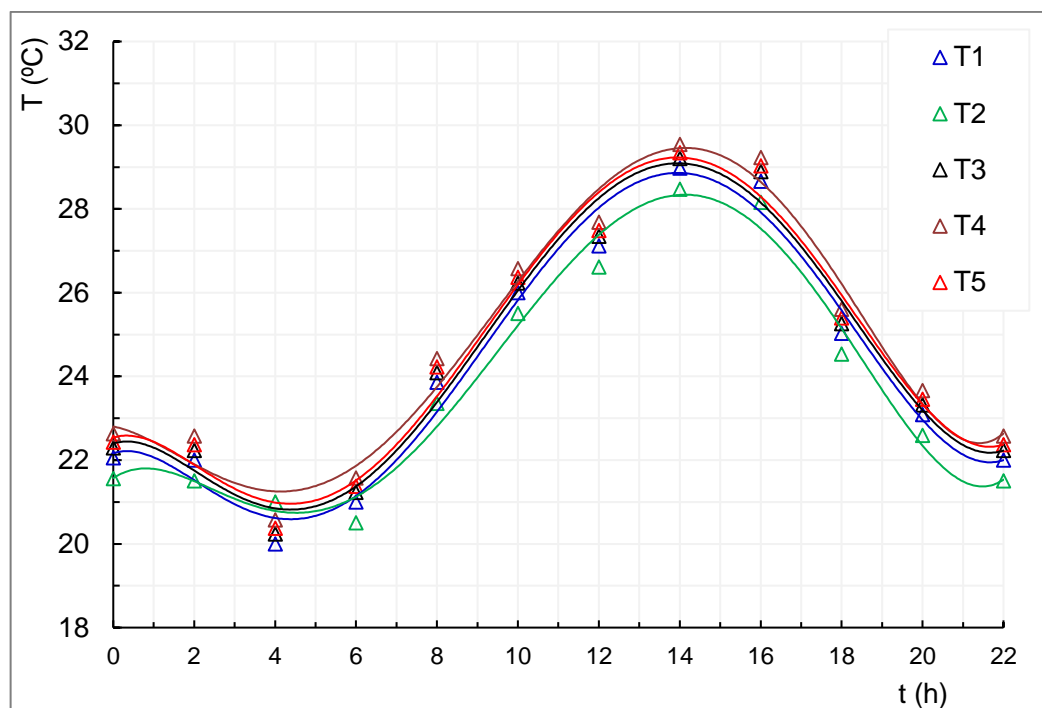


Figura 14 – Perfil médio das temperaturas da solução nutritiva do experimento II.

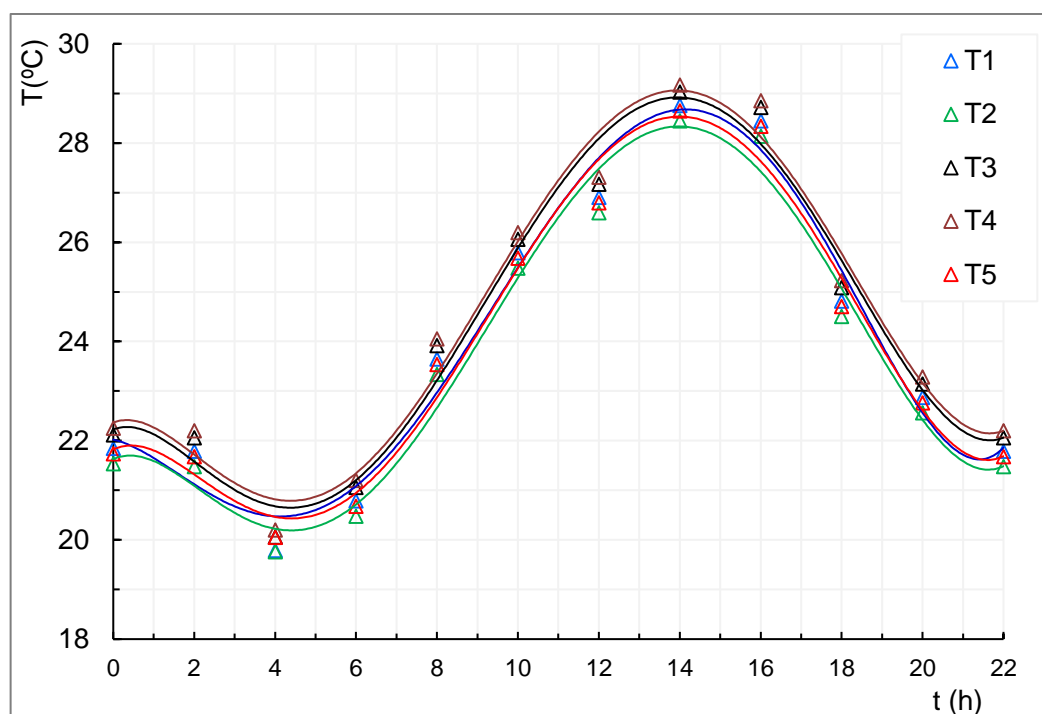


Figura 15 – Perfil médio das temperaturas da solução nutritiva do experimento III.

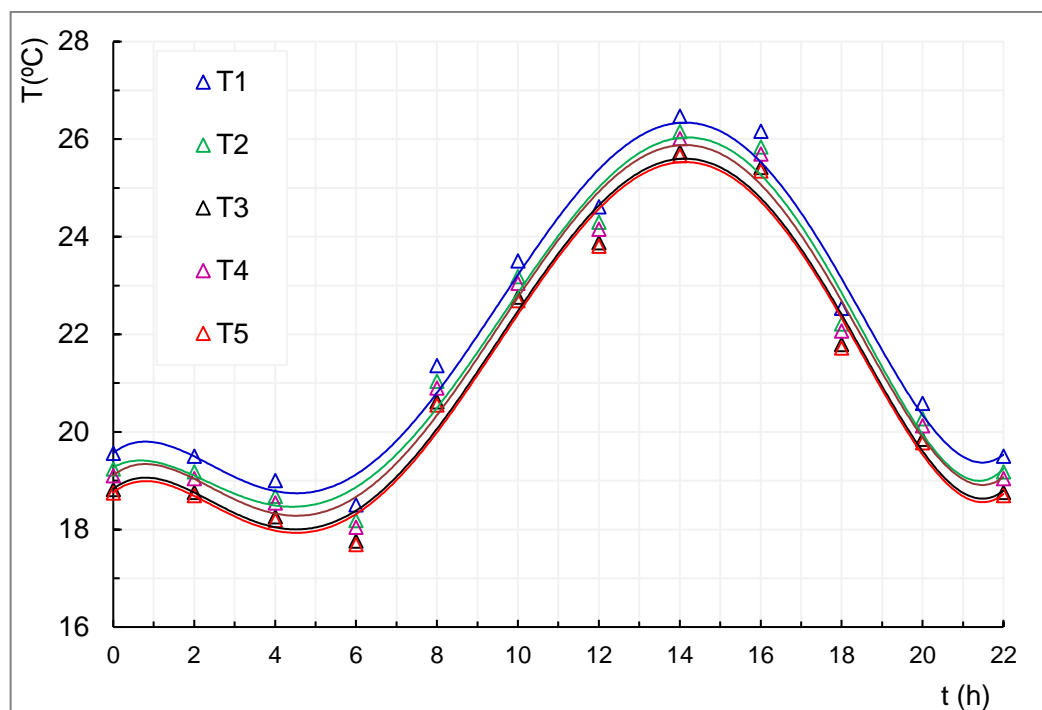


Figura 16 – Perfil médio das temperaturas da solução nutritiva do experimento IV.

Também não foram observadas diferenças entre as temperaturas com o aumento da CEa nos intervalos estudados deste trabalho.

Temperaturas maiores que as recomendadas para a solução, também foram encontradas no trabalho de Soares et al., (2010) de 33°C, ao combinar água doce e adicionada de NaCl em hidroponia tipo NFT e cultivar alface variedade “verônica” sem aparecimento de efeitos negativos sobre as raízes das plantas.

### • Condutividade elétrica

Ao utilizar as diluições do concentrado tanto no preparo quanto nas reposições da solução nutritiva, os tratamentos resultaram em CEa, pH e volume evapotranspirado variáveis para cada nível de tratamento. Na Figura 17 está apresentado o monitoramento da CEa ao utilizar o concentrado 1 no cultivo da alface crespa crocante e na Figura 18 ao utilizar também o concentrado 1 para cultivar alface americana gloriosa.

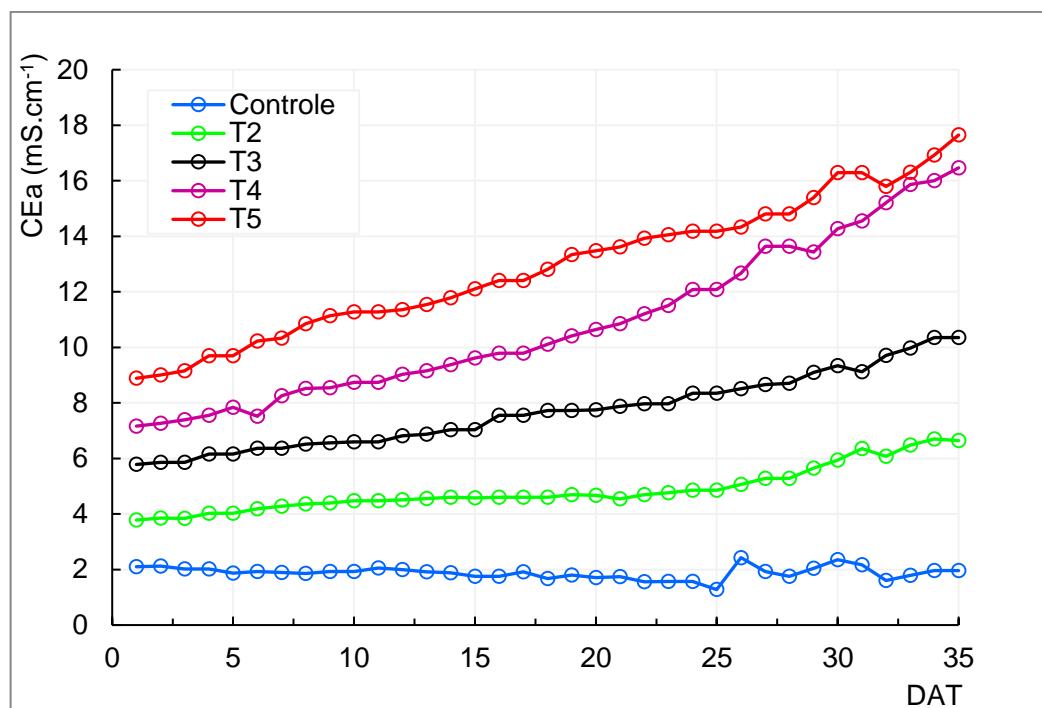


Figura 17 – Monitoramento da condutividade elétrica em função do tempo durante o cultivo da alface crespa com o concentrado 1.

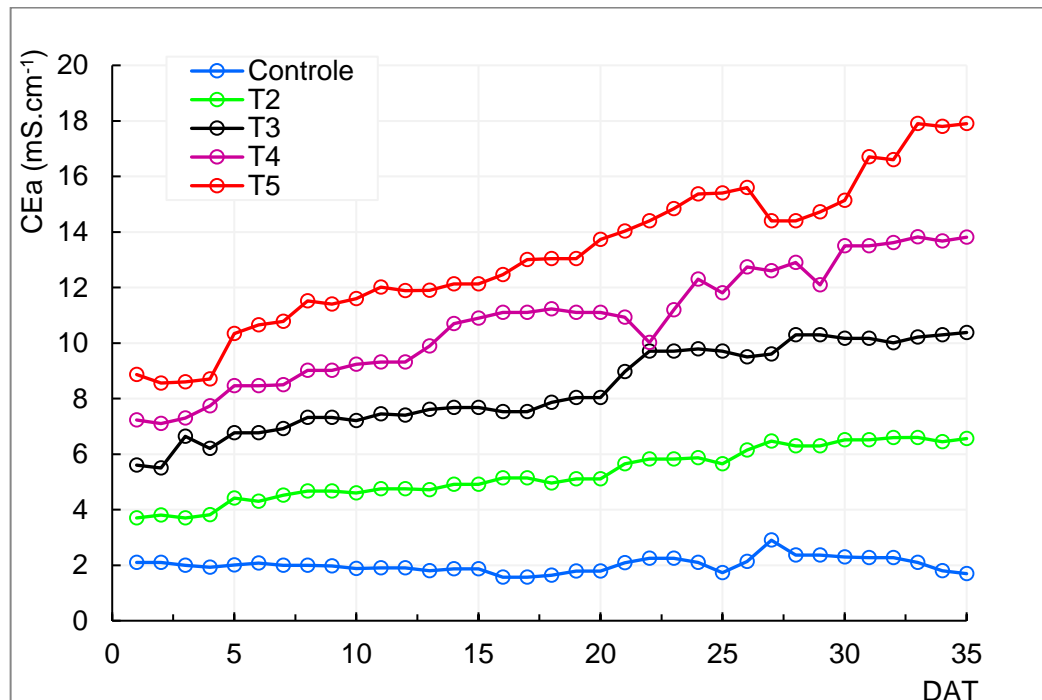


Figura 18 – Monitoramento da condutividade elétrica em função do tempo durante o cultivo da alface americana com o concentrado 1.

Em geral o resultado foi semelhante para as duas variedades de alface estudadas com o concentrado 1. Para o tratamento controle, CEa iniciou-se com 2,1 mS.cm<sup>-1</sup>, dependendo apenas dos sais fertilizantes adicionados, esse valor permaneceu constante até o final do cultivo devido a reposição de nutrientes no tratamento controle, visando o potencial máximo de crescimento das culturas.

As CEas dos níveis dos tratamentos T2, T3, T4 e T5 após a diluição do concentrado 1 foram de 2,3; 4,4; 6,2 e 8,4 mS.cm<sup>-1</sup> e após a adição dos sais fertilizantes as CEas iniciais passaram a 3,70; 5,6; 7,2 e 8,8 mS.cm<sup>-1</sup>, ou seja, para os demais tratamentos a CEa inicial foi decorrente tanto da presença dos sais fertilizantes quanto da CEa da água dos tratamentos.

Ao final dos 35 dias de cultivo da alface crespa, as CEas atingiram valores de 6,6; 10,3; 16,4; 17,6 mS.cm<sup>-1</sup> enquanto os da alface americana as CEas finalizaram nos níveis de 6,5; 10,3; 13,8 e 17,9 mS.cm<sup>-1</sup> para os tratamentos T2, T3, T4 e T5. Esse aumento da CEa é decorrente do excesso de sais que foi prejudicial ao crescimento das plantas.

Em contrapartida, os experimentos realizados com o concentrado 2 resultaram em condutividades elétricas menores ao longo do tempo, que estão apresentados nas Figuras 19 e 20 também com alface crespa e americana.

Após a adição dos sais fertilizantes as CEas iniciais passaram a 3,3; 4,4; 5,1 e 5,4 mS.cm<sup>-1</sup>. Ao final dos 35 dias de cultivo da alface crespa as CEas terminaram em 3,9; 6,8; 9,6 e 11,1 mS.cm<sup>-1</sup> enquanto os da alface americana as CEas atingiram níveis de 4,5; 6,4; 8,9 e 10,9 mS.cm<sup>-1</sup> para os tratamentos T2, T3, T4 e T5.

Ao visualizar os experimentos realizados com o concentrado 1, esses valores foram menores, devido aos níveis dos tratamentos terem sido bem inferiores com valores de 1,1; 2,1; 3,1 e 4,1 mS.cm<sup>-1</sup> para os tratamentos T2, T3, T4 e T5.

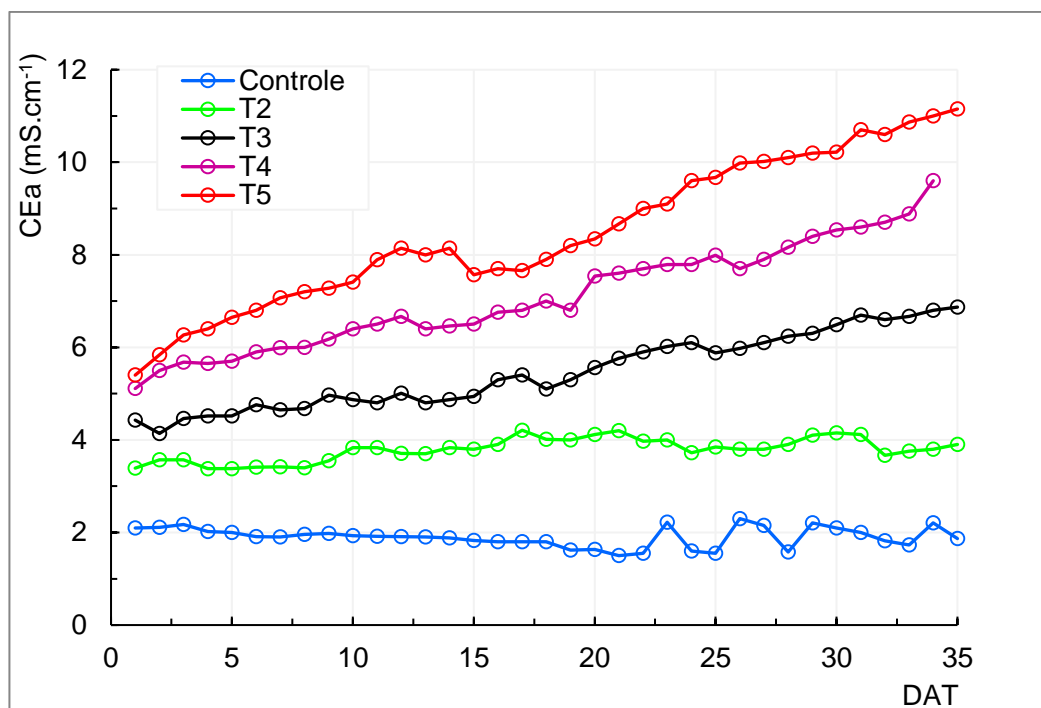


Figura 19 – Monitoramento da condutividade elétrica em função do tempo durante o cultivo da alface crespa com o concentrado 2.

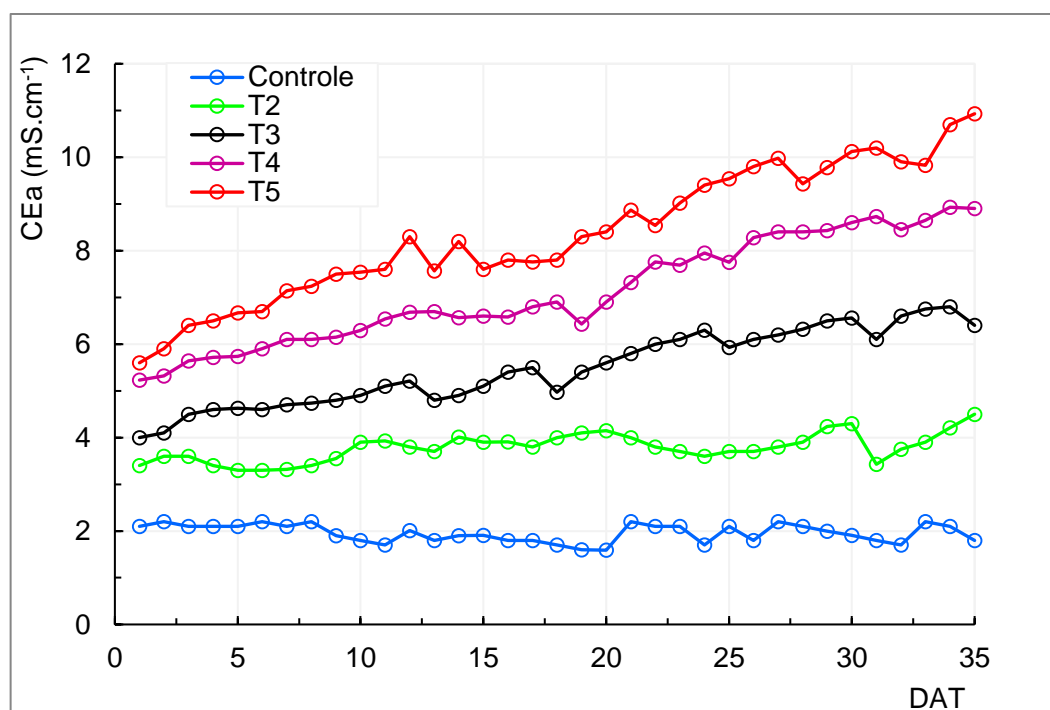


Figura 20 – Monitoramento da condutividade elétrica em função do tempo durante o cultivo da alface americana com o concentrado 2.

Observa-se para os quatro experimentos que aproximadamente a partir dos 20 dias após o transplântio o aumento da CEa foi mais acelerado, principalmente nos tratamentos T3, T4 e T5 que pode ser explicado pelo maior consumo hídrico que ocorreu em maior quantidade nesse período como será visto na análise do consumo hídrico das plantas.

Esses resultados divergem dos encontrados por Alves et al. (2011) que observou uma diminuição da CEa aos 20 dias após o transplântio, no entanto, o autor utilizou água doce para repor as perdas diárias por evapotranspiração ao cultivar alface crespa variedade “Verônica” e utilizou água adicionada de NaCl para preparar a solução nutritiva em níveis variando de 0,27 a 7,50 mS.cm<sup>-1</sup>.

No entanto, os resultados do presente trabalho estão de acordo com os de Paulus et al. (2012b), que também observou aumento de CEa na solução nutritiva em seus níveis de tratamentos variando de 2,0 a 10,4 mS.cm<sup>-1</sup> para cultivar alface crespa variedade “Verônica”, onde o manejo da água utilizada pelos autores também foi no preparo e nas reposições da solução nutritiva.

- pH

Em relação ao pH da solução nutritiva, observa-se nas Figuras 21 e 22 o monitoramento em função dos dias de cultivo dos experimentos com alface crespa e americana cultivadas com o concentrado 1.

Observa-se que ao utilizar o concentrado 1 a tendência do pH foi sempre aumentar nos tratamentos T2, T3, T4 e T5 com exceção do tratamento controle T1 que se manteve constante. Esse fato é explicado pela composição do concentrado 1 obter níveis altos de carbonatos e bicarbonatos de 99,75 e 411,75 mg.L<sup>-1</sup> que contribuem com a alcalinidade do meio e aumento do pH.

Furlani (1998) estabelece um intervalo de pH entre 5,5 e 7,5 para que a absorção de nutrientes seja a ideal e que em casos adversos, correções do pH preferencialmente com ácido fosfórico 0,33 mol.L<sup>-1</sup> são necessárias para adequar a faixa ideal do pH. Essas correções podem ser observadas nas Figuras 21 e 22 quando o pH tende a aumentar e logo diminui, com a adição do ácido.

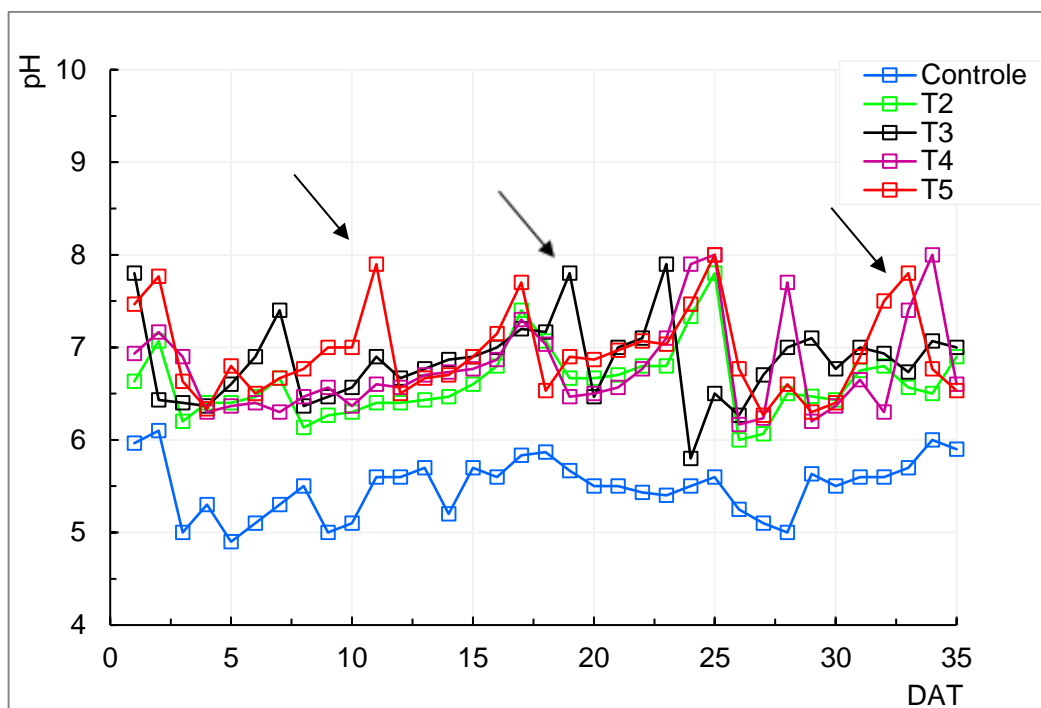


Figura 21 – Monitoramento do pH em função do tempo no cultivo da alface crespa com o concentrado 1.

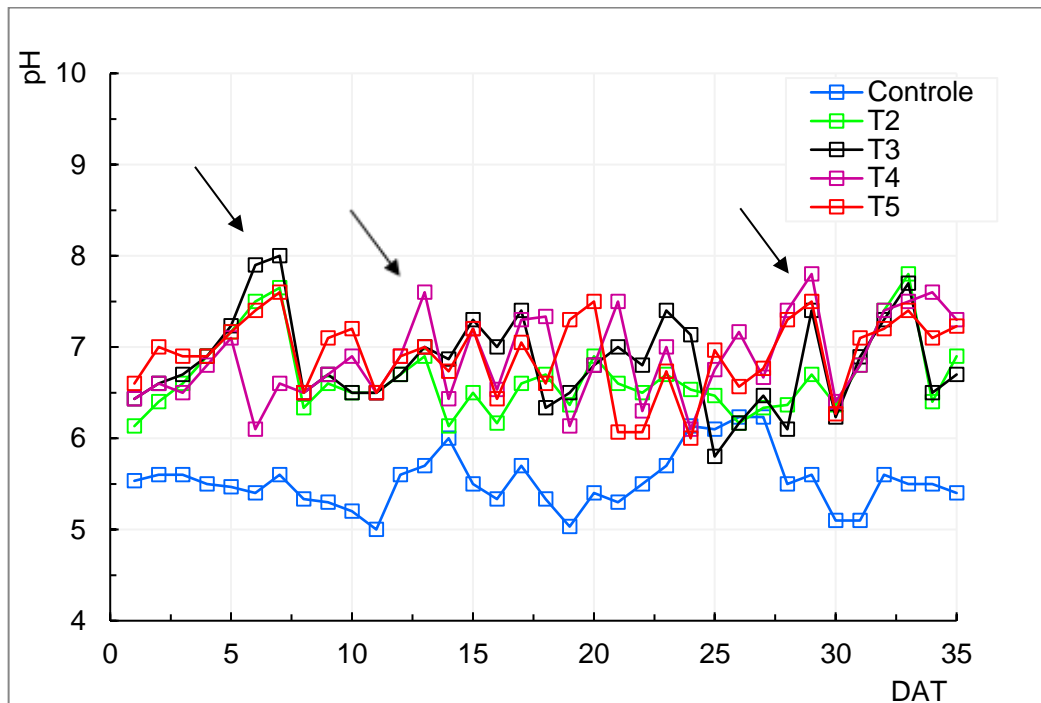


Figura 22 – Monitoramento do pH em função do tempo no cultivo da alface americana com o concentrado 1.



Verifica-se na Tabela 4 que o tratamento mais salobro T5 de  $8,40 \text{ mS.cm}^{-1}$  apresentou necessidades mais elevadas de ácido, consumindo em média 133 ml no experimento com alface crespa e 111 ml com a alface americana, e conforme a CEa diminuía, as quantidades de ácido também reduziram.

Tabela 4 – Volume gasto de ácido fosfórico para correções do pH dos experimentos realizados com o concentrado 1 durante os 35 dias de cultivo.

Tratamentos	Crespa	Americana
	Volume (ml)	Volume (ml)
<b>T1</b>	0	0
<b>T2</b>	29,0	33,3
<b>T3</b>	47,0	45,3
<b>T4</b>	75,0	69,7
<b>T5</b>	133,3	111,0

Verifica-se com as Figuras 23 e 24 os experimentos com alface crespa e americana cultivadas com o concentrado 2. Ao contrário do que foi observado nos experimentos com o concentrado 1, não foi necessário utilizar grandes volumes de ácidos para corrigir o pH da solução nutritiva, apenas uma única vez no T5 na Figura 23. Isso porque os níveis de carbonatos não foram identificados e de bicarbonatos possuíam cerca de  $110 \text{ mg.L}^{-1}$ .

Ao utilizar o concentrado 2 os valores máximos de pH foram de 7,9 no tratamento T5, sendo necessário apenas algumas gotas de ácido fosfórico durante os 35 dias de cultivo para as correções do pH.

A partir dos resultados do monitoramento do pH, o cultivo de alface em hidroponia com níveis de CEa menos elevados pode ser uma opção condizente para se aproveitar o concentrado da dessalinização nesse tipo de produção sem a utilização de grandes volumes de ácidos.

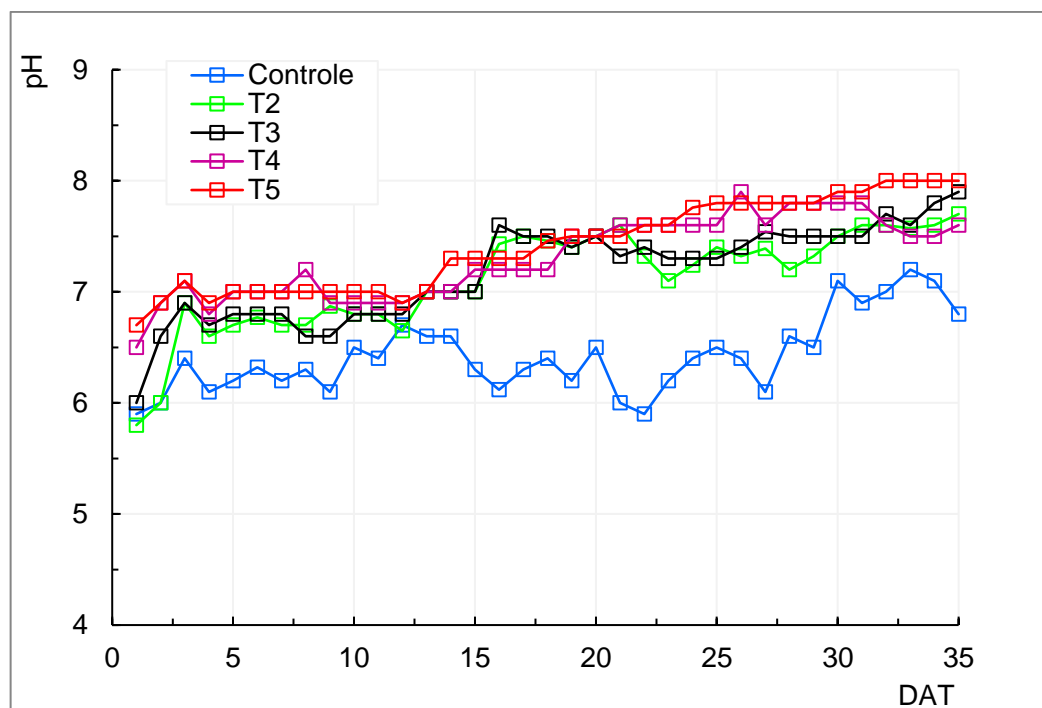


Figura 23 – Monitoramento do pH em função do tempo no cultivo da alface crespa com o concentrado 2.

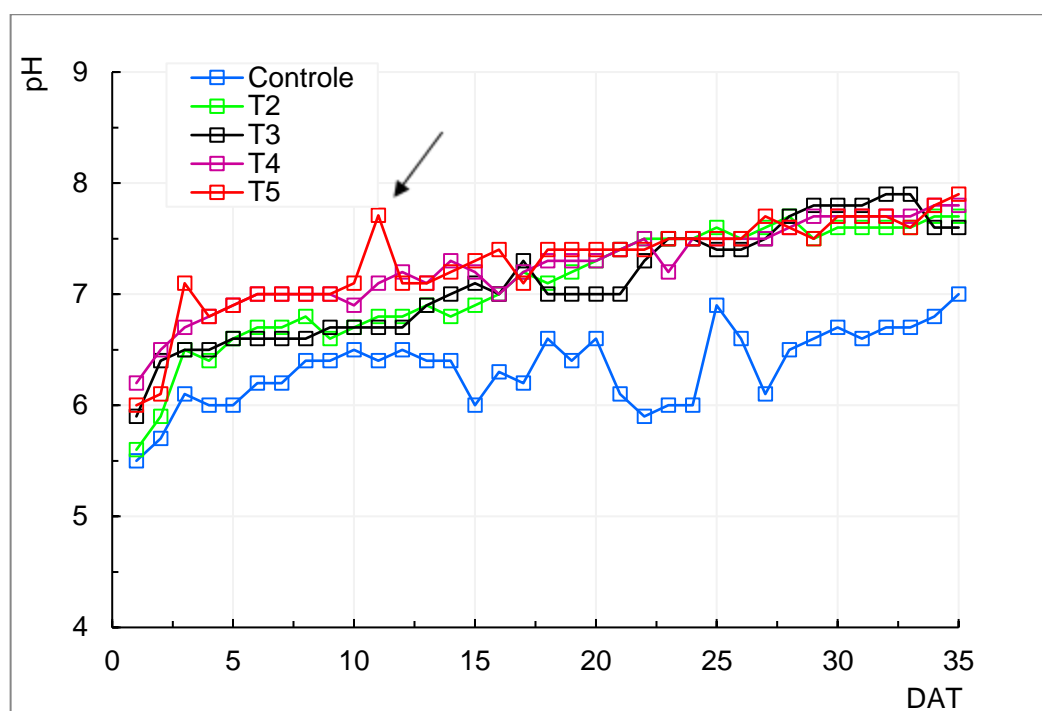


Figura 24 – Monitoramento do pH em função do tempo no cultivo da alface americana com o concentrado 2.

## • Consumo hídrico

Em relação ao consumo hídrico das plantas, são apresentados nas Figuras 25 e 26 as quantidades dos volumes consumidos em função do aumento da CEa para cultivar as alfaces crespa e americana irrigadas com os níveis dos tratamentos do concentrado 1 e 2 respectivamente.

Ao avaliar as regressões da Figura 25, calcula-se um decréscimo do volume de água consumido pelas plantas por aumento de CEa de 7,53% para alface crespa e 8,89% para americana, esses valores indicam que o aumento da CEa prejudicou mais a absorção da solução nutritiva pela alface americana do que a crespa.

Apesar das duas variedades de alface serem cultivadas com os níveis do mesmo concentrado, ainda na Figura 25, obtiveram reduções diferentes isso porque cada tipo de alface possui características únicas e apresentam sensibilidades diferentes mediante a mesma solução de cultivo.

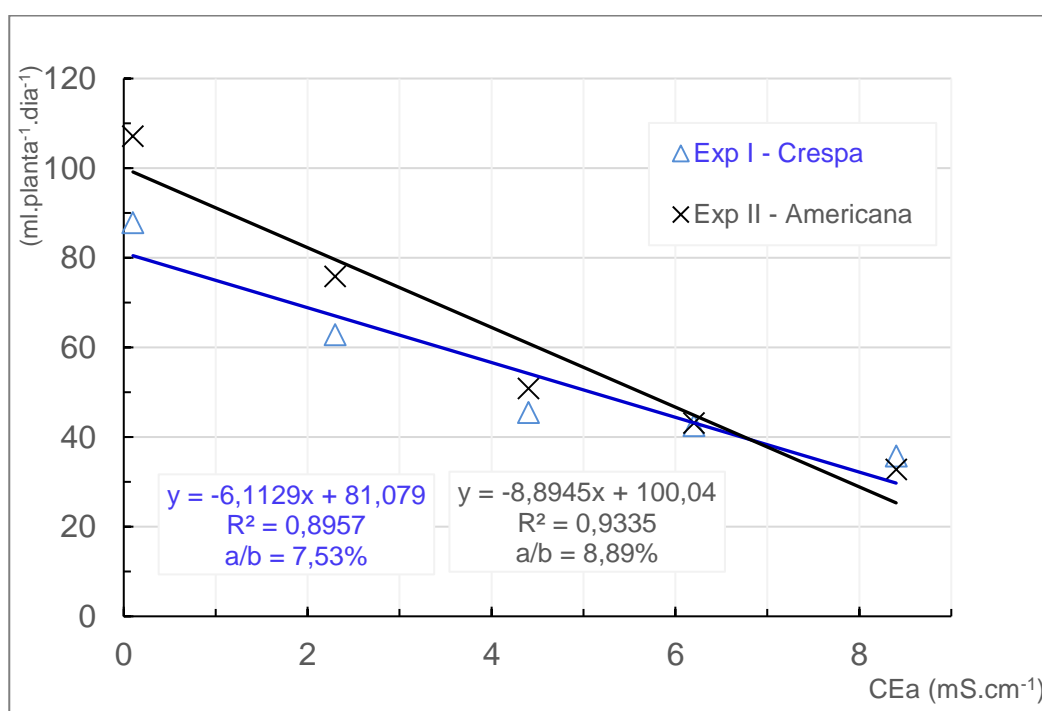


Figura 25 – Consumo de água em função da CEa dos experimentos com alface crespa e americana cultivadas com o concentrado 1.

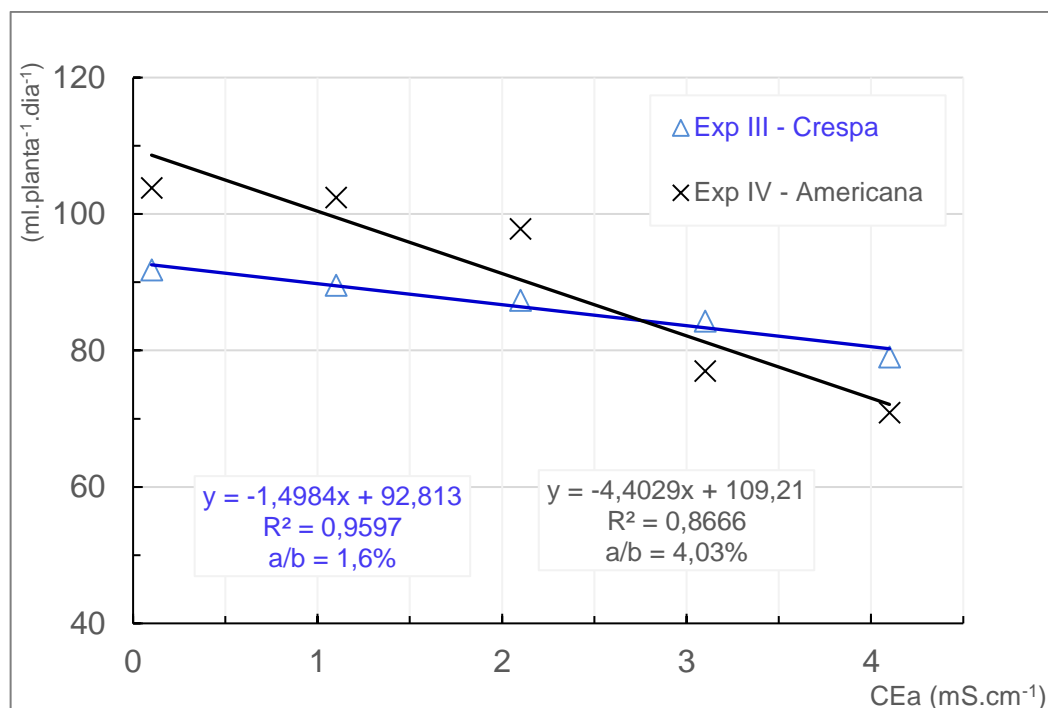


Figura 26 – Consumo de água em função da CEA dos experimentos com alface crespa e americana cultivadas com o concentrado 2.

Ao utilizar o concentrado 2 para cultivar os mesmos tipos de alface, apresentados na Figura 25, as reduções também foram lineares e decrescentes com o aumento da CEA dos tratamentos apresentando valores de 1,60% e 4,03% para alface crespa e americana, respectivamente. Esses resultados foram menores do que os resultados do experimento realizado com o concentrado 1, isso porque os níveis de CEA do concentrado 2 (0,1; 1,1; 2,1; 3,1 e 4,1mS.cm⁻¹) são menores que o concentrado 1 (0,1, 2,3, 4,4, 6,2 e 8,4mS.cm⁻¹).

Mediante essa análise a alface americana demonstrou maior sensibilidade ao excesso de sais, nos níveis de CEA dos dois concentrados nos tratamentos de 6,2 e 8,4mS.cm⁻¹ no concentrado 1 e de 3,1 e 4,1mS.cm⁻¹ no concentrado 2.

Paulus et al., (2012b) ao avaliar o consumo de água da alface variedade “Verônica” cultivada sob água salinizada com NaCl, observou redução de 3,90% por incremento de CEA.

No presente trabalho essa redução foi maior ao utilizar o concentrado 1 podendo ser explicada pelo excesso de sais do concentrado, que contribuíram com a salinização da solução nutritiva.

Furlani (1998) afirma que a média de consumo hídrico diária ideal para alface, deve ser entre 75 e 100 ml por dia. Essa média foi observada em todos os níveis de tratamentos nos experimentos utilizando o concentrado 2. No entanto, ao cultivar com os níveis do concentrado 1, essa média diminuiu com o aumento da CEa de forma mais acentuada.

- **Análises físico químicas**

São apresentadas nas Tabelas 5 e 6 as concentrações de íons presentes na solução nutritiva dos experimentos com alface cressa variedade “crocante” e americana variedade “gloriosa” cultivadas com o concentrado 1 e 2 respectivamente em função dos dias de cultivo, analisadas aos 10, 20 e 30 dias após o transplântio.

Observa-se que, com o passar do tempo e em função das concentrações de sais presentes nos concentrados utilizados nas reposições, as soluções nutritivas ficaram cada vez mais salinizadas, observadas pelas concentrações, principalmente do sódio.

Esse aumento das composições químicas, podem ocasionar em desequilíbrios nutricionais, quando águas salobras são utilizadas para o preparo da solução nutritiva, podendo ter efeito na qualidade produção de alface, como foi observado por Santos, A. et al. (2010) ao cultivar a alface cressa variedade “Vera” com níveis de CEa variando entre 0,2 a 5,2 mS.cm<sup>-1</sup>.

Tabela 5 – Concentração de íons ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da solução nutritiva em função do tempo de cultivo e aumento da CEa ao cultivar alface crespa e americana com o concentrado 1.

Tratamentos $\text{mS.cm}^{-1}$	DAT	Crespa					Americana				
		Na	K	Fe	Ca	Mg	Na	K	Fe	Ca	Mg
<b>T1</b> <b>Controle</b>	10	48,7	198,3	1,33	119,0	42,31	73,67	182,34	0,71	95,67	77,20
	20	53,7	101,6	1,17	165,0	78,1	75,27	197,65	0,33	101,00	110,40
	30	91,9	134,0	1,59	171,0	85,2	24,21	205,52	0,48	90,00	79,20
<b>T2</b> <b>(2,3)</b>	10	367,4	213,2	0,68	167,0	107,4	475,92	211,24	0,61	170,00	177,40
	20	564,2	104,5	0,43	207,0	102,6	722,73	6,19	0,49	287,00	238,80
	30	822,2	23,3	0,20	200,0	273	891,55	1,25	0,45	317,00	289,40
<b>T3</b> <b>(4,4)</b>	10	847,2	237,6	0,69	174,0	165,6	987,94	256,81	0,61	236,33	242,20
	20	1.477,5	113,2	0,35	173,0	190,8	1.763,10	90,25	0,46	274,00	315,60
	30	1.604,9	3,7	0,24	212,0	304,2	1.891,16	101,20	0,50	403,00	443,70
<b>T4</b> <b>(6,2)</b>	10	1.261,0	209,6	0,66	255,0	300,0	1.336,30	205,99	0,78	255,33	316,80
	20	1.489,3	206,5	0,37	280,0	357,0	1.574,73	200,39	0,57	325,67	385,80
	30	1.923,6	142,3	0,25	406,0	709,8	2.276,20	128,08	0,67	391,67	590,00
<b>T5</b> <b>(8,4)</b>	10	1.656,9	201,3	0,68	293,0	337,2	1.775,34	219,32	0,75	366,00	439,40
	20	1.899,1	223,4	0,57	306,0	402,0	1.825,01	162,33	0,59	401,50	500,10
	30	2.501,7	208,2	0,37	540,0	752,4	2.736,89	188,09	0,56	641,67	673,60

DAT – dias após transplântio

Tabela 6 – Concentração de íons (mg.L<sup>-1</sup>) da solução nutritiva em função do tempo de cultivo e aumento da CEa ao cultivar alface crespa e americana com o concentrado 2.

Tratamentos mS.cm <sup>-1</sup>	DAT	Crespa					Americana				
		Na	K	Fe	Ca	Mg	Na	K	Fe	Ca	Mg
<b>T1</b> <b>Controle</b>	10	12,1	180,1	1,87	121,0	82,2	63,9	163,2	1,12	103,9	110,3
	20	23,4	168,4	1,02	93,4	61,8	41,8	198,3	1,65	121,8	81,9
	30	43,2	144,2	1,48	155,9	105,7	53,1	180,2	0,98	145,6	143,2
<b>T2</b> <b>(1,1)</b>	10	407,3	168,4	0,79	209,0	146,7	413,4	221,8	0,92	233,2	130,9
	20	415,0	51,6	0,53	227,5	202,2	454,5	124,0	0,61	199,3	183,3
	30	434,8	4,9	0,51	210,8	181,8	498,1	51,5	0,44	150,3	174,4
<b>T3</b> <b>(2,1)</b>	10	504,8	156,4	0,72	229,0	213,3	322,1	183,3	0,87	252,3	209,3
	20	622,4	45,7	0,59	348,0	272,7	698,3	58,3	0,44	397,3	233,2
	30	691,8	33,5	0,42	354,5	287,3	721,4	51,4	0,32	430,3	256,5
<b>T4</b> <b>(3,1)</b>	10	557,1	143,1	0,80	330,0	216,6	531,0	199,2	0,87	387,4	190,3
	20	885,4	123,5	0,59	325,0	371,4	810,3	139,1	0,41	401,4	341,3
	30	1.010,2	98,1	0,24	300,1	403,1	934,3	87,4	0,33	429,4	409,3
<b>T5</b> <b>(4,1)</b>	10	737,2	134,0	0,35	339,0	318,0	687,3	177,4	0,43	313,4	349,3
	20	1.018,3	98,4	0,28	412,0	395,4	891,3	110,9	0,25	477,3	410,1
	30	1.521,8	55,7	0,16	441,3	428,4	1.322,8	88,5	0,31	518,3	498,4

DAT – Dias após transplântio

Percebe-se nas Tabelas 5 e 6 que os íons presentes nas soluções com os tratamentos controle, mantiveram-se constantes durante todo o período de cultivo por ocasião das reposições de nutrientes sempre que a CEa reduzia em  $0,25\text{mS.cm}^{-1}$  objetivando simular o cultivo tradicional de alface em hidroponia com água doce e comparar com os tratamentos salobros.

De acordo com a análise físico-química da solução nutritiva dos níveis dos tratamentos T2, T3, T4 e T5 nos dois concentrados e para as duas variedades de alface estudadas, observa-se que a concentração de sódio tendeu a aumentar conforme aumentava-se as CEa dos tratamentos. Esse fato pode ser explicado pelas reposições, que eram feitas com o concentrado e contribuiu com o aumento da salinização do meio.

O ferro manteve-se constante nos dois usos do concentrado em todos os níveis dos tratamentos, o cálcio aumentou nos níveis mais salobros, enquanto o potássio reduziu suas concentrações nos tratamentos de 2,3 e  $4,4\text{ mS.cm}^{-1}$  indicando que houve absorção em maior quantidade desses nutrientes em níveis menos salobros, ao contrário dos resultados obtidos nos níveis 6,2 e  $8,4\text{ mS.cm}^{-1}$  do concentrado 1 em que os níveis de potássio reduziram em quantidades menores indicando menor absorção desse nutriente, Malavolta (2006) relaciona o excesso de cálcio com uma menor absorção de potássio.

Sobre o potássio dos experimentos utilizando o concentrado 2, que possuía os níveis de tratamentos menos salobros, observou-se que houve redução desse íon em todos os níveis, comprovando que a absorção desse nutriente ocorre de maneira mais adequada em níveis de CEa mais baixos.

#### **4.4 Análise dos parâmetros de crescimento**

Observa-se na Tabela 7, os resultados da análise de variância para os parâmetros de crescimento. Verifica-se com o valor p, que houveram diferenças significativas com o aumento da CEa para a maioria dos parâmetros de crescimentos analisados.



Tabela 7 – Análise de variância dos parâmetros de crescimento dos quatro experimentos.

Parâmetros	Experimentos (*)	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F	Valor p
Número de folhas	I	19,06	4,76	10,21	<b>0,01</b>
	II	235,33	58,83	88,25	<b>0,00</b>
	III	12,93	3,23	8,08	<b>0,004</b>
	IV	114,26	28,56	42,85	<b>0,00</b>
Massa fresca da parte aérea (g)	I	22428,29	5607,07	364,25	<b>0,00</b>
	II	39026,66	9756,66	667,55	<b>0,00</b>
	III	12821,79	3205,44	19,96	<b>0,00</b>
	IV	10620,88	2655,22	21,45	<b>0,00</b>
Massa seca da parte aérea (g)	I	45,44	11,36	392,48	<b>0,00</b>
	II	43,66	10,91	62,94	<b>0,00</b>
	III	14,67	3,66	26,82	<b>0,00</b>
	IV	5,66	1,41	3,06	<b>0,069</b>
Umidade (%)	I	2,40	0,61	6,50	<b>0,008</b>
	II	70,67	17,66	5,43	<b>0,14</b>
	III	9,60	2,40	7,77	<b>0,004</b>
	IV	12,02	3,00	31,79	<b>0,00</b>
Massa seca das raízes (g)	I	1,40	0,35	181,95	<b>0,00</b>
	II	3,41	0,85	104,68	<b>0,00</b>
	III	0,22	0,05	3,06	<b>0,069</b>
	IV	0,61	0,15	0,016	<b>0,016</b>
Massa do caule (g)	I	121,34	30,33	1599,42	<b>0,00</b>
	II	108,8	27,20	2899,82	<b>0,00</b>
	III	69,55	17,39	39,99	<b>0,00</b>
	IV	70,00	17,50	386,56	<b>0,00</b>
Área Foliar (cm <sup>2</sup> )	I	12155,35	30376,34	622,99	<b>0,00</b>
	II	150621,03	27655,25	261,21	<b>0,00</b>
	III	42889,79	10722,44	16,82	<b>0,00</b>
	IV	30316,70	7579,17	19,53	<b>0,00</b>

(\*) Experimento I e II com o concentrado 1; experimentos III e IV com o concentrado 2.

Entre tratamentos, não houve diferenças entre as médias da massa seca da parte aérea, entre os tratamentos do experimento IV, entre a umidade no experimento II e entre a massa seca das raízes do experimento III.

Para os demais parâmetros apresentados, houveram diferenças ao nível de 0,05 de probabilidade e serão discutidos individualmente em sequência com a análise das regressões. Os testes de Tukey podem ser observados no APÊNDICE C.

#### • Número de Folhas (NF)

Observa-se na Figura 27 e 28 as regressões do número de folhas de alface crespa e americana em função dos níveis dos tratamentos obtidos com as diluições

do concentrado 1 (0,1; 1,1; 2,1; 3,1 e 4,1) mS.cm<sup>-1</sup> e do concentrado 2 (0,1, 2,3, 4,4, 6,2 e 8,4) mS.cm<sup>-1</sup>.

Analisando as regressões, verifica-se que houveram reduções lineares por incremento de CEa da solução nutritiva em todos os experimentos.

Observa-se que as reduções foram menores, no cultivo da alface crespa variedade “crocante”, em contrapartida a alface americana variedade “gloriosa” obteve reduções mais acentuadas.

As reduções do NF estão relacionadas com um mecanismo de defesa das plantas, esse mecanismo é ativado pela diminuição da disponibilidade hídrica ocasionada pelo excesso de sais na solução nutritiva, assim a planta tolera o déficit hídrico e resulta na diminuição do número de folhas e também de áreas foliares (TAIZ & ZEIGER, 2004; SOARES, et al., 2010).

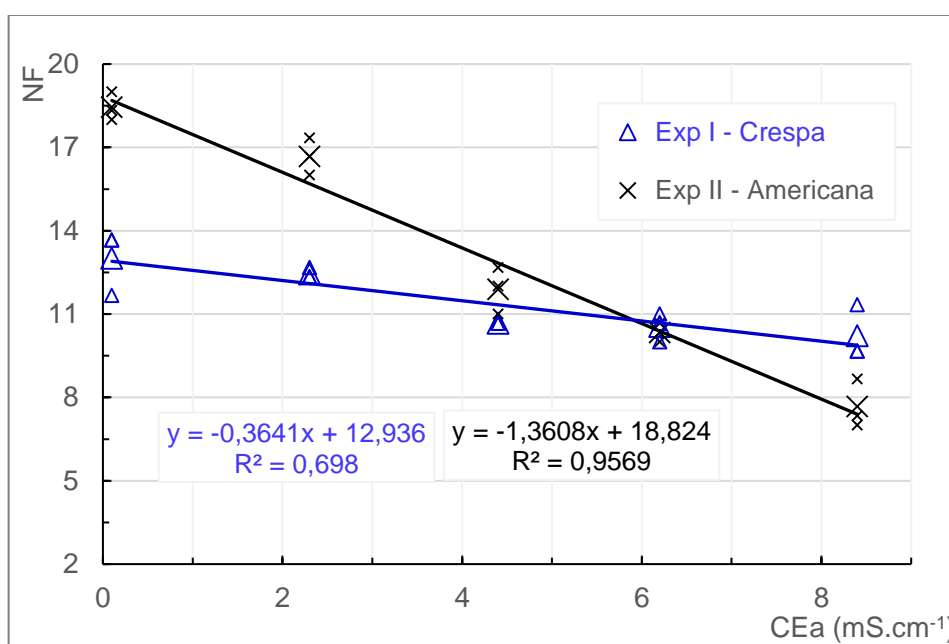


Figura 27 – Número de folhas dos experimentos com alface crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 1.

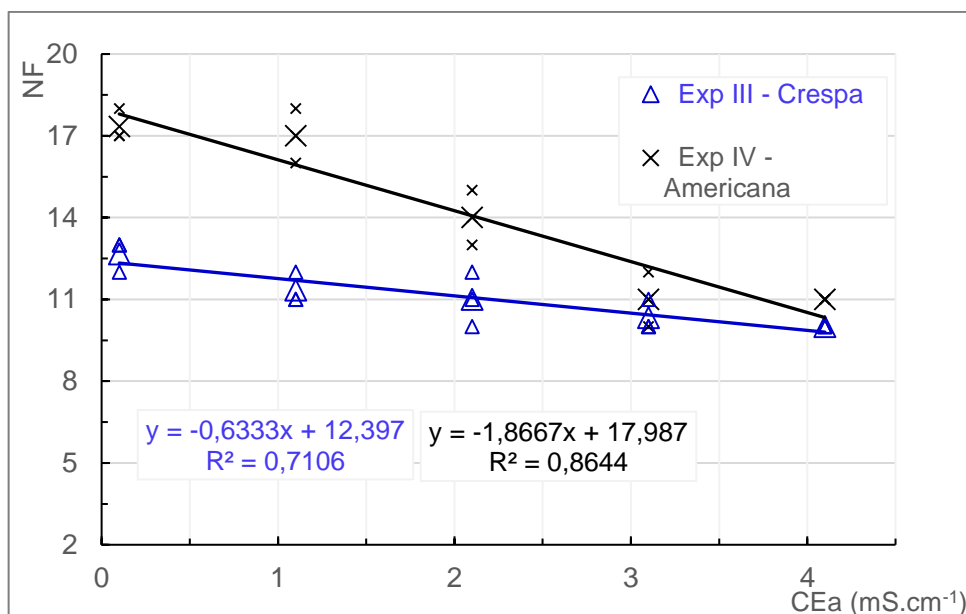


Figura 28 – Número de folhas dos experimentos com alface crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 2.

Santos et. al (2010) ao utilizar diluições de água de poço em níveis de 0,2 a 5,2 mS.cm<sup>-1</sup> e cultivando alface crespa variedade “Vera” em hidroponia, também observou reduções lineares para o número de folhas.

Em relação aos aspectos visuais das folhas, houve o surgimento de efeitos negativos nas folhas observadas na Figura 29 (A) alface crespa e 29 (B) americana apenas quando cultivada com o concentrado 1 nos tratamentos mais salobros, o T4 e T5 com 6,2 e 8,4 mS.cm<sup>-1</sup>.

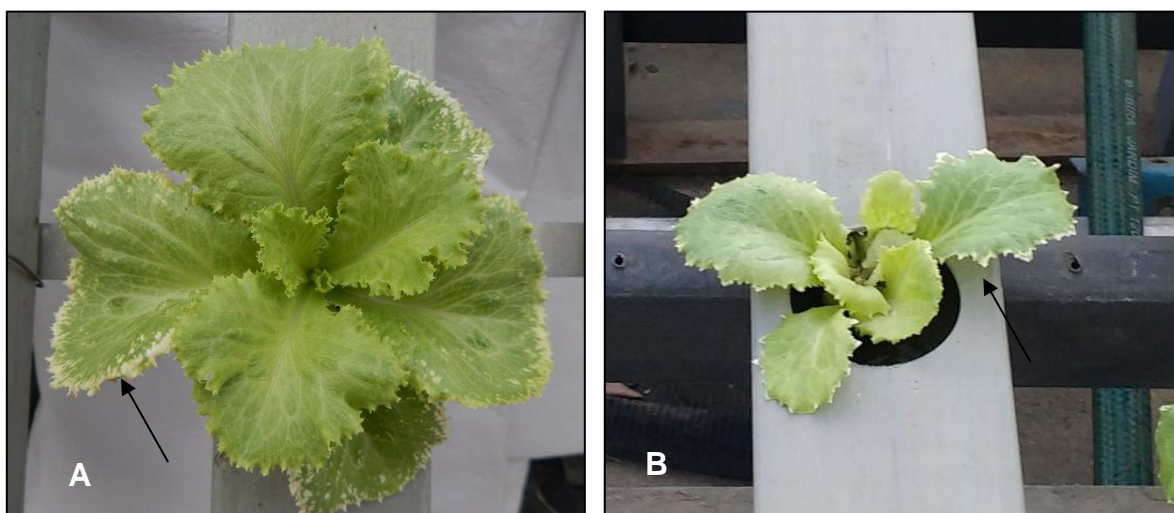


Figura 29 – Surgimento visual de aspectos negativos nas pontas das folhas de alface crespa (A) e americana (B) no tratamento T5 do concentrado 1 no dia da colheita.

Fonte: AUTOR, 2015.

Esses sintomas surgiram aos 10 dias após o transplante, pelo qual foram observadas folhas com estrias amareladas e com pontas esbranquiçadas permanecendo até o dia da colheita nas folhas mais velhas. Nenhum sintoma visual foi identificado nas plantas cultivadas com os tratamentos T1, T2 e T3 dos dois tipos de concentrado e em nenhum tratamento dos experimentos com o concentrado 2.

O surgimento desses aspectos nas folhas, também estão de acordo com os resultados de Soares et al., (2010) e Santos R. et al., (2010) que estudaram alface crespa “Verônica” cultivadas com água adicionada de NaCl com níveis de CEa variando de 0,27 a 7,5 mS.cm<sup>-1</sup> e utilizando o rejeito da osmose diluídas com água de abastecimento variando de 1,4 a 5,5mS.cm<sup>-1</sup>, os aspectos visuais desses dois trabalhos também foram observados no nível mais salobro dos tratamentos.

Malavolta (2006) relaciona a deficiência de potássio com o aparecimento da clorose que são as pontas esbranquiçadas nas folhas. Enquanto que a deficiência de ferro provoca as estrias amareladas nas folhas das plantas, apesar de existir disponibilidade dos dois íons na solução, a presença de outros íons pode ter dificultado a absorção de K e Fe a exemplo do Ca como afirma o mesmo autor. De acordo com a análise da solução nutritiva observou-se aumento de cálcio nos tratamentos mais salobros do concentrado 1. O efeito do excesso de sais, também estão relacionados com o surgimento amarelado nas folhas.

- **Massa fresca da parte aérea (MFPA)**

Nas Figuras 30 e 31 observa-se as regressões do parâmetro MFPA utilizando o concentrado 1 e 2 respectivamente.

Nos experimentos utilizando o concentrado 1 da Figura 30 o modelo que melhor se ajustou foi quadrático de segunda ordem. No experimento com alface americana observa-se que nos tratamentos T3 e T4 de CEa 4,4 e 6,2 mS.cm<sup>-1</sup> os valores de MFPA variaram entre 26,0 e 18,2g chegando em média a 4,8g no tratamento mais salobro e 145,4 g no tratamento controle.

Enquanto que o experimento em que se cultivou a alface crespa, também com o concentrado 1, obteve-se plantas no tratamento T5 de 8,4 mS.cm<sup>-1</sup> em média de 22,3 gramas e no tratamento controle de 124,9 g.

Nesse parâmetro e com a utilização do concentrado 1, a alface americana também demonstrou maior sensibilidade ao excesso de sais do que a crespa, possibilitando o uso do concentrado em níveis menos salobros para essa variedade de alface.

Ao analisar a Figura 31 observa-se que as reduções lineares ao utilizar o concentrado 2, foram de 15,9% para alface crespa e 11,9% para alface americana, essas variações para a alface crespa foram de 131,1 até 49,8g e para alface americana 147,8 até 81,7 do tratamento controle ao tratamento T5 de CEa 4,1mS.cm<sup>-1</sup>. Esses resultados indicam que as reduções dos pesos frescos das plantas foram mais acentuadas ao utilizar os níveis de tratamentos do concentrado 1, que reduziram em maior quantidade os pesos.

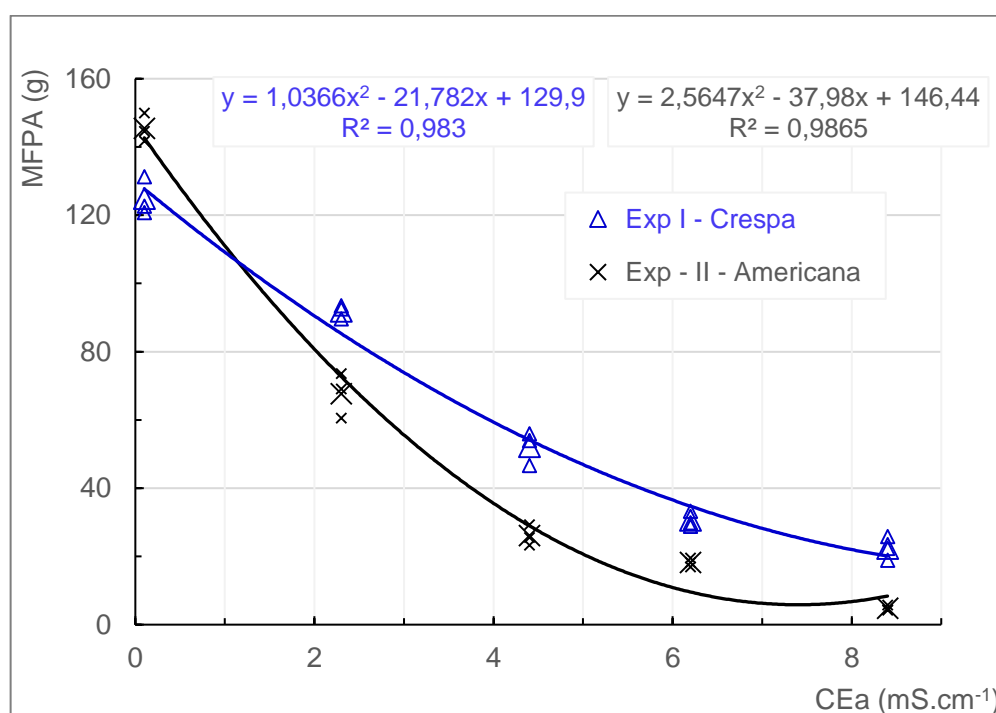


Figura 30 – Massa fresca da parte aérea dos experimentos com alface crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 1.

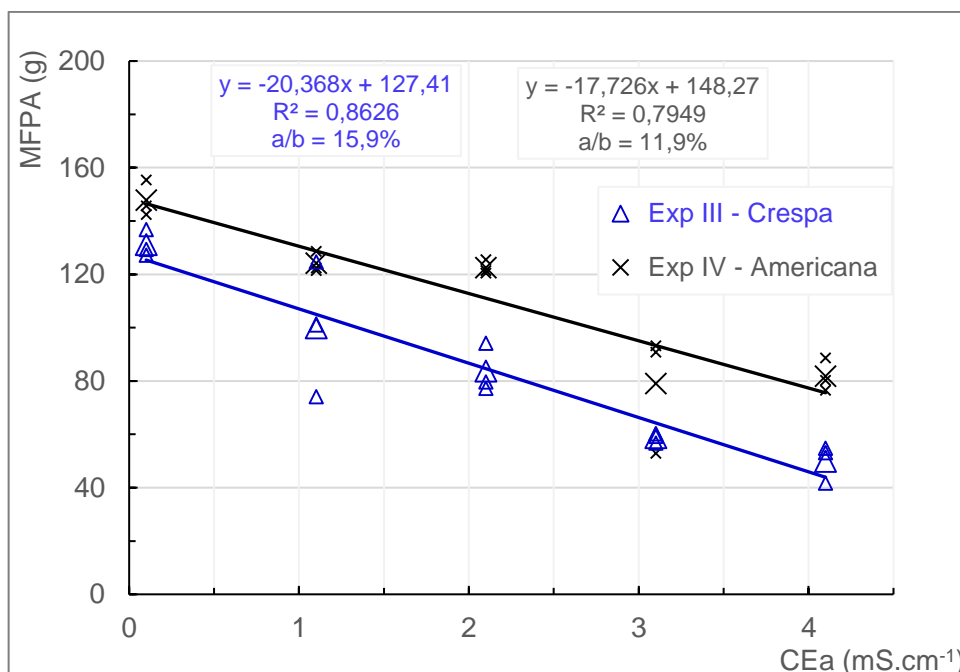


Figura 31 – Massa fresca da parte aérea dos experimentos com alface crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 2.

Soares et. al (2015) ao cultivar alface americana variedade “Tainá” em sistema hidropônico NFT, sobre os níveis de CEa variando de 0,2 a 5,2mS.cm<sup>-1</sup> obtidos a partir da adição de NaCl observou redução da MFPA em 15,22%.

Estudando a produção de alface crespa variedade “Vera” também variando entre 0,2 e 5,2mS.cm<sup>-1</sup>, mas, a partir da diluição de água de poço para preparar os níveis dos tratamentos, Santos A. et al. (2010) observou reduções de 17,06% por acréscimo de CEa. Todos esses autores citados utilizaram seus tratamentos tanto no preparo quanto nas reposições diárias de água e também não houve reposição nutrientes, com exceção do tratamento controle.

Soares et al. (2010) combinou água salobra preparada com a adição de NaCl com CEa variando de 2,1 a 8,6 mS.cm<sup>-1</sup> para preparar a solução nutritiva e água doce para repor as perdas diárias no cultivo da alface crespa variedade “Verônica” e constatou reduções lineares de 10,9%. No presente trabalhos essas reduções foram maiores, podendo ser explicada pelo fato de não haver combinação de água doce e salobra e também pelo fato do concentrado da dessalinização conter outros componentes químicos diferentes do NaCl.

Santos R. et al. (2010) utilizando o concentrado da osmose inversa diluída com água de abastecimento para cultivar alface crespa variedade “Vera” observou redução

de 17,7% estando de acordo com as reduções encontradas nesse trabalho que variou de 15,9% e 11,9, demonstrando que a alface crespa crocante e americana gloriosa foram mais tolerantes do que a estudada pela a autora citada, para o parâmetro MFPA, mesmo com os níveis de CEa de seus tratamentos variando entre 1,4 e 5,5 mS.cm<sup>-1</sup>.

Para melhor representação visual dos aspectos e pesos das plantas testadas nesse trabalho, são apresentados nas Figuras 32, 33, 34 e 35 uma planta de cada tratamento dos experimentos I, II, III e IV respectivamente.

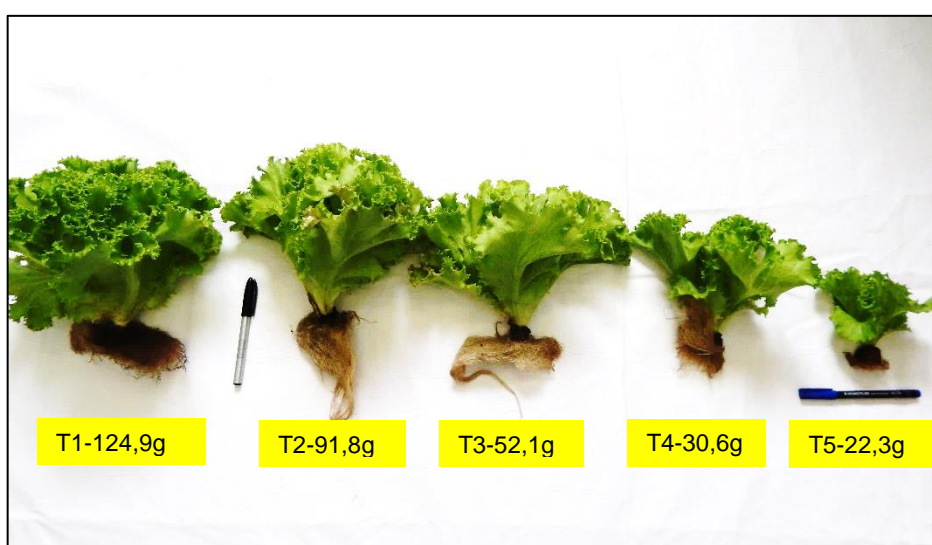


Figura 32 – Plantas de alface crespa variedade crocante cultivadas com os níveis de condutividade elétrica do concentrado 1.

Fonte: AUTOR, 2015.

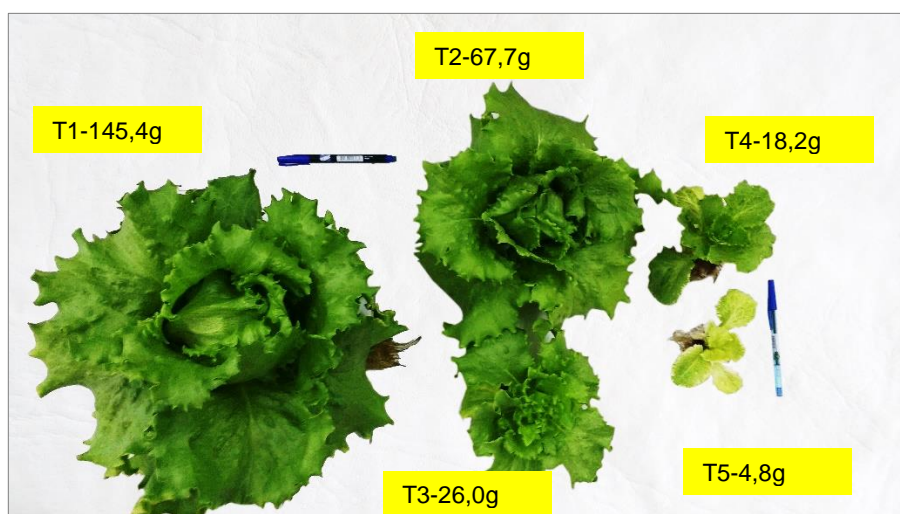


Figura 33 – Plantas de alface americana variedade gloriosa cultivadas com os níveis de condutividade elétrica do concentrado 1.

Fonte: AUTOR, 2015.





Figura 34 – Plantas de alface crespa variedade crocante cultivadas com os níveis de condutividade elétrica do concentrado 2.  
Fonte: AUTOR, 2016.

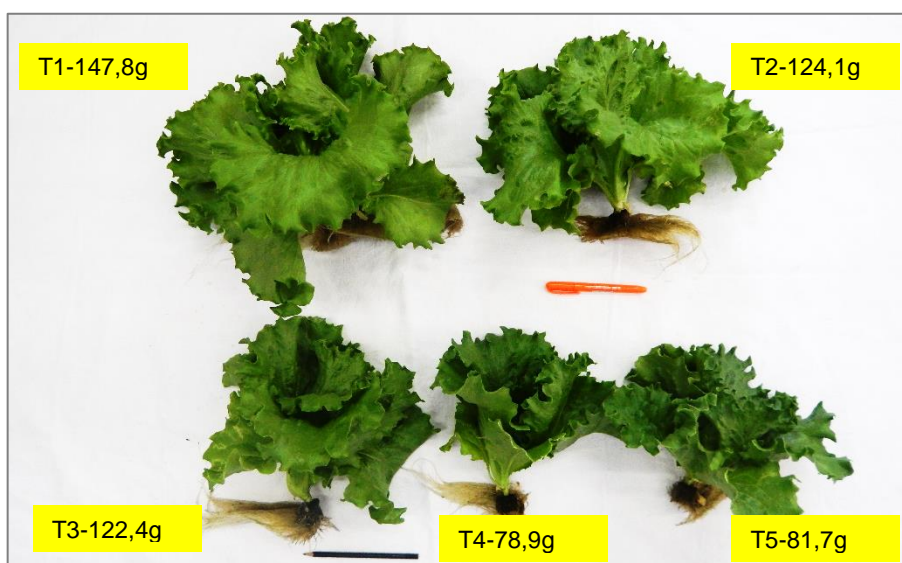


Figura 35 – Plantas de alface americana variedade gloriosa cultivadas com os níveis de condutividade elétrica do concentrado 2.  
Fonte: AUTOR, 2016.

Entre experimentos, a alface crespa e americana quando cultivada com o concentrado 1 teve a MFPA bem inferior quando cultivada com o concentrado 2 nos níveis de tratamentos T2, T3, T4 e T5.

A alface americana quando cultivada com o concentrado 2 não obteve diferenças entre as médias em 3 níveis de CEa testados, T1, T2 e T3.



- **Massa seca da parte aérea (MSPA)**

O acúmulo de matéria seca das plantas de alface crespa e americana cultivadas com o concentrado 1 diminuiu à medida que aumentava a CEa da água de irrigação. Essa diminuição variou de 5,9 a 1,1g para o experimento com alface crespa e de 5,4 a 0,4g para a alface americana.

Esse fato ocorreu em função da redução dos pesos frescos da parte aérea. Os modelos se ajustaram em funções quadráticas de segunda ordem apresentados na Figura 36.

Na Figura 37, estão apresentados os resultados das massas secas da parte aérea nos experimentos realizados com alface crespa e americana com os níveis de CEa dos tratamentos preparados a partir do concentrado 2. As reduções foram lineares e representaram 7,0 e 11,01% por incremento de CEa.

Entre experimentos, da mesma forma que a MFPA, a alface crespa quando cultivada com o concentrado 1 teve a MSPA bem inferior quando cultivada com o concentrado 2 o mesmo ocorreu com a alface americana.

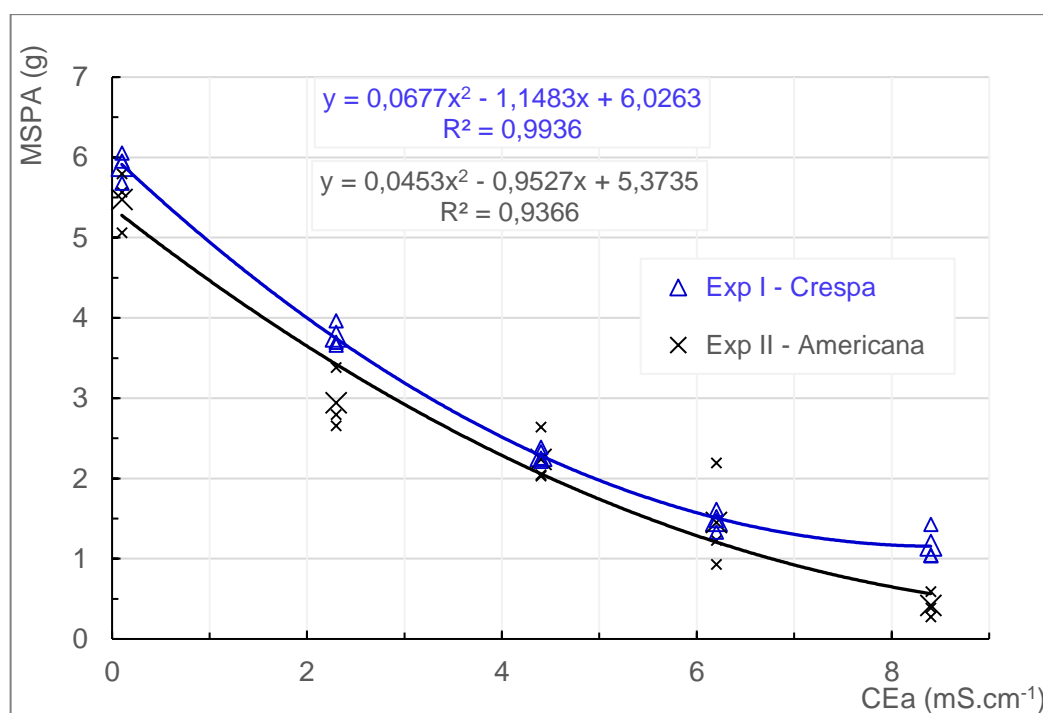


Figura 36 – Massa seca da parte aérea dos experimentos com alface crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 1.

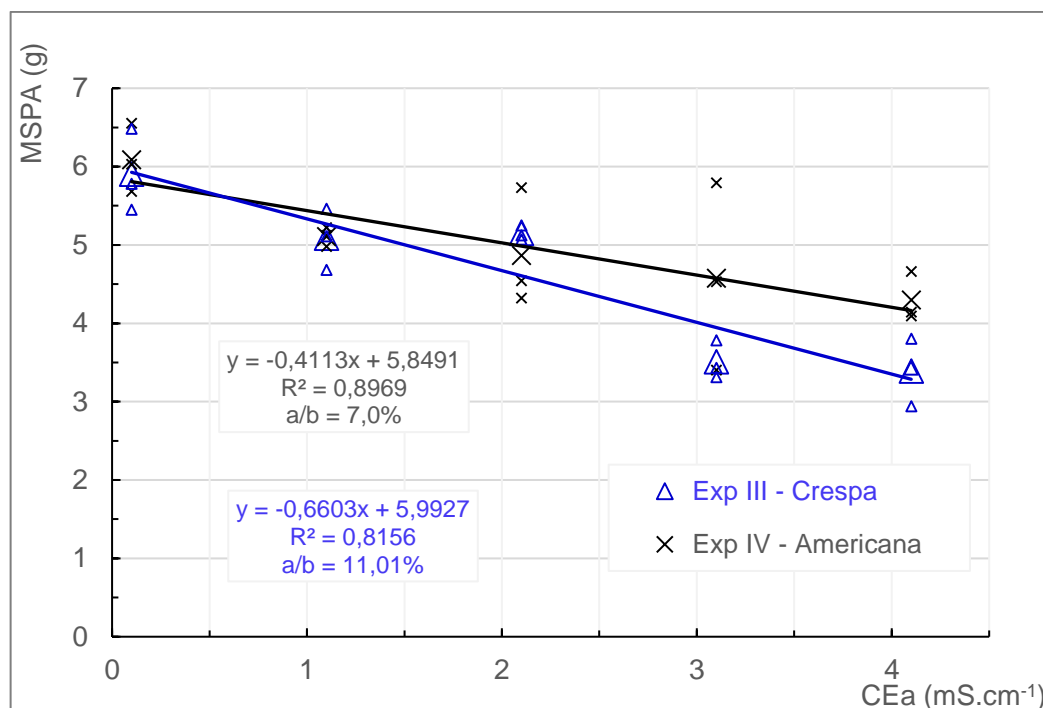


Figura 37 – Massa seca da parte aérea dos experimentos com alface crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 2.

Vale salientar que a alface americana quando cultivada com o concentrado 2 não obteve diferenças entre as médias da MSPA nos 5 níveis de CEa testados, 0,1, 1,1, 2,1, 3,1 e 4,1mS.cm<sup>-1</sup> que resultou em um valor p igual a 0,069, assim em níveis menos salobros a alface americana possuiu melhores rendimentos.

Santos R. et al. (2010) utilizando o rejeito da osmose para cultivar em hidroponia NFT a alface crespa variedade “Vera” e obteve reduções de 18,16% por aumento de CEa que variou de 1,4 a 5,5mS.cm<sup>-1</sup>. No presente trabalho essas reduções foram de 7,0 e 11,01% nos experimentos com alface crespa e americana cultivadas com o concentrado da dessalinização variando entre 0,1 e 4,1mS.cm<sup>-1</sup> que apresentaram modelos lineares.

- **Umidade (teor de água)**

A umidade encontrada nas plantas podem ser observada nas Figuras 38 e 39 utilizando o concentrado 1 e 2 respectivamente.

Apesar das diferenças entre as médias do tratamento T5 em relação aos demais tratamentos para ambos os concentrados, essas diferenças resultaram em reduções lineares baixíssimas e coeficientes de determinação abaixo de 0,7.

No experimento com o concentrado 1, essas reduções lineares foram de 0,091% e 0,67% e os coeficientes de determinação foram 0,29 e 0,51 para as alfaces crespa e americana. No experimento com o concentrado 2, as reduções lineares foram 0,56% e 0,46% e os coeficientes de determinação 0,67 e 0,45.

Esses baixos valores das reduções lineares e dos coeficientes de determinação indicam que o parâmetro da umidade não varia com o aumento da CEa, pois já que dependem da MFPA e MSPA, estão relacionados independentemente em cada tratamento, assim a umidade não reduz com a falta de desenvolvimento das plantas que foi observada nos parâmetros MFPA e MSPA com o aumento da CEa.

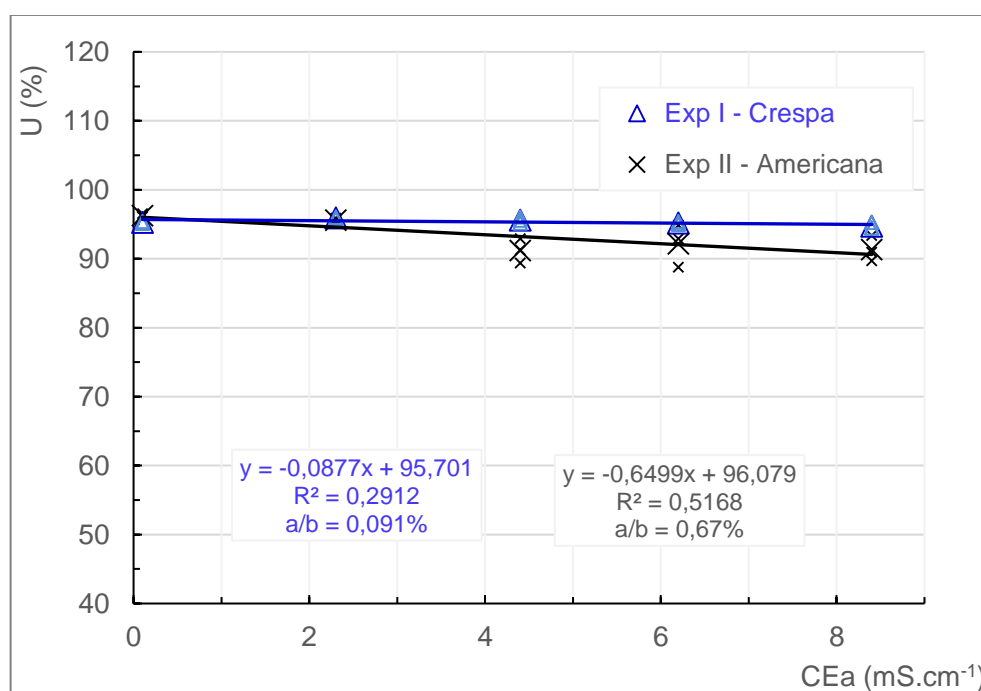


Figura 38 – Umidade das alfaces crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 1.

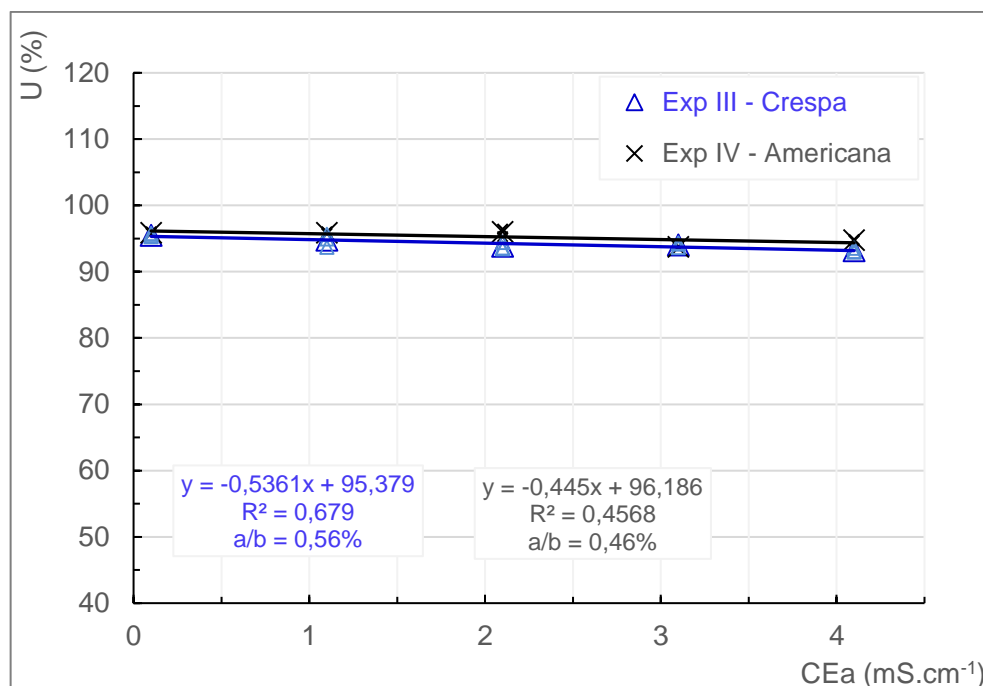


Figura 39 – Umidade das alfaces crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 2.

Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Soares et al, (2010), que ao combinar água salobra preparada com a adição de NaCl com CEa variando de 2,1 a 8,6 mS.cm<sup>-1</sup> para preparar a solução nutritiva e água doce para repor as perdas diárias no cultivo da alface crespa variedade “Verônica” observou reduções lineares de 0,32% e coeficiente de determinação de 0,69. Santos A. et al. (2010) também observou reduções lineares baixas com valores de 0,58% ao cultivar alface variedade Vera com água subterrânea diluídas com água de abastecimento para preparar os níveis de tratamentos variando entre 0,2 e 5,2 mS.cm<sup>-1</sup>.

Baixos valores de reduções lineares também foram encontrados por Alves et al. (2010) de 0,38% ao cultivar alface crespa variedade “Verônica” com níveis de CEa variando de 0,27 a 7,50 mS.cm<sup>-1</sup>.

- **Massa seca das raízes (MSR)**

Em relação as raízes das plantas, o parâmetro MSR também foi influenciado pelo aumento da CEa dos tratamentos, no entanto essa influência foi mais acentuada

nos experimentos com o concentrado 1 como pode ser observado a porcentagem de redução linear por aumento de CEa nas Figuras 40 e 41.

Ao utilizar o concentrado 1 a alface crespa demonstrou-se mais tolerante do que a alface americana em níveis de CEa mais elevados, com reduções lineares de 8,48% e 11,33% respectivamente, por acréscimo de CEa.

Ao utilizar o concentrado 2, observado na Figura 40, as reduções foram de 6,89% e 6,43% para as alfaces crespa e americana. Nota-se que os decréscimos lineares foram menores quando se utilizou o concentrado 2 e pode ser explicado pela sua baixa CEa nos níveis dos tratamentos. Não houveram diferenças entre as médias dos tratamentos nos experimentos com alface americana no experimento IV que apresentou valor p de 0,069.

Isso implica dizer que ao se utilizar níveis menos salobros a redução do crescimento das plantas é mais decorrente do efeito da CEa sobre o peso fresco e seco do que sobre as raízes. E também pode ser confirmado pelos baixos valores dos coeficientes de determinação de 0,49 e 0,39.

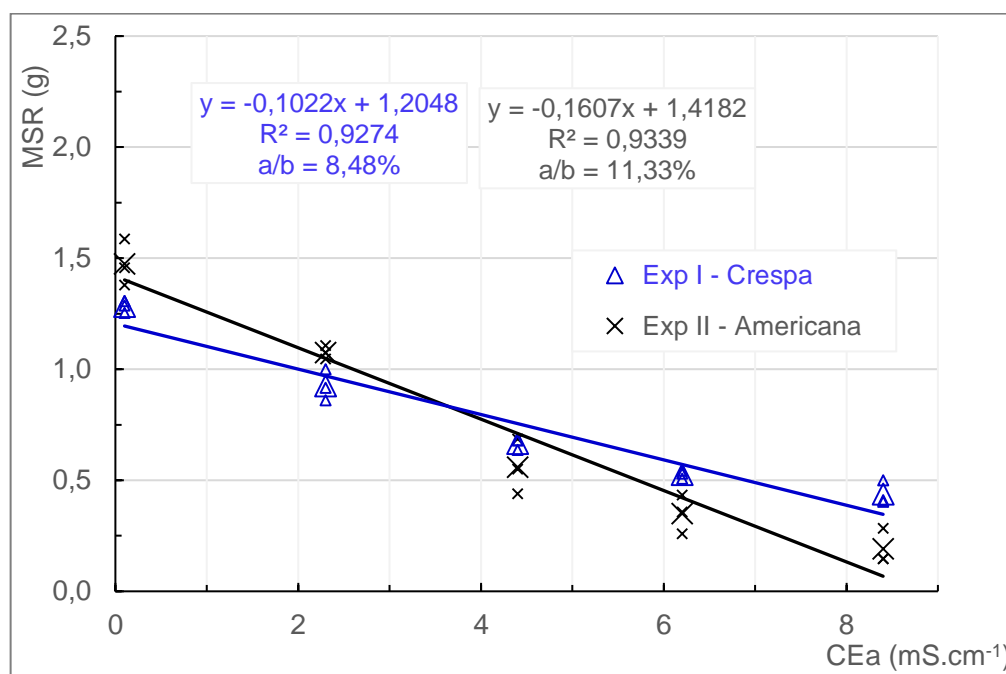


Figura 40 – Massa seca das raízes das alfaces crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 1.

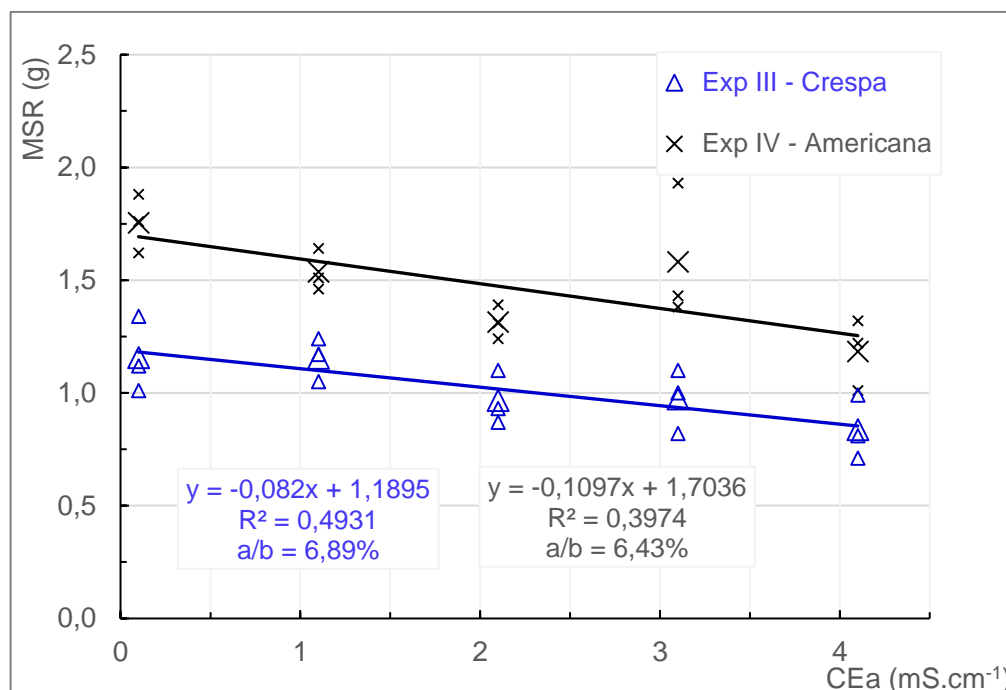


Figura 41 – Massa seca das raízes das alfaces crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 2.

Tas et al. (2005), estudando a alface romana variedade “longifolia” com os níveis de CEa variando entre 2,5 e 5,6 mS.cm<sup>-1</sup> e produzidos com a adição de NaCl e CaCl<sub>2</sub>, também não observaram efeito significativo na massa seca das raízes.

Nos trabalhos já citados de Alves et al. (2010), Paulus et al. (2012b) e Soares et al. (2007) também não se registrou efeito decrescente dos pesos das raízes da alface variedade “Verônica” em hidroponia NFT. De maneira geral, os trabalhos com águas salobras em hidroponia não têm sido observadas a diminuição das massas das raízes secas em alface, ao contrário de trabalhos desenvolvidos em condições de solo, como o de Viana et al. (2004).

Nas Figuras 42, 43, 44 e 45 são apresentados os aspectos visuais das raízes estudadas neste trabalho.



Figura 42 – Aspectos visuais das raízes ao cultivar alface crespa com o concentrado 1.  
Fonte: AUTOR, 2015.



Figura 43 – Aspectos visuais das raízes ao cultivar alface americana com o concentrado 1.  
Fonte: AUTOR, 2015.





Figura 44 – Aspectos visuais das raízes ao cultivar alface crespa com o concentrado 2.  
Fonte: AUTOR, 2016.



Figura 45 – Aspectos visuais das raízes ao cultivar alface americana com o concentrado 2.  
Fonte: AUTOR, 2016.



- **Massa do caule (MC)**

Houveram diferenças significativas no parâmetro massa do caule para os dois tipos de alface quando cultivadas com os dois tipos de concentrados observados nas Figuras 46 e 47.

Enquanto os experimentos com o concentrado 2 se ajustaram em funções lineares com reduções de 23,88% e 21,78% por aumento unitário de CEa para alface crespa e americana. A massa do caule nos experimentos desse trabalho foi o parâmetro que obteve a maior redução linear em função dos níveis de CEa mesmo quando cultivada com o concentrado menos salobro, o concentrado 2.

Essas elevadas reduções podem indicar que existe uma relação entre os pesos frescos, secos e das raízes com a diminuição da massa do caule, limitando o desenvolvimento da planta, em função do aumento dos níveis de CEa. Segundo Taiz & Zeiger (2004), as reduções nos parâmetros de crescimentos estão relacionadas com a expansão celular, que fica limitada pelo efeito osmótico ocasionado com o excesso de sais durante a irrigação.

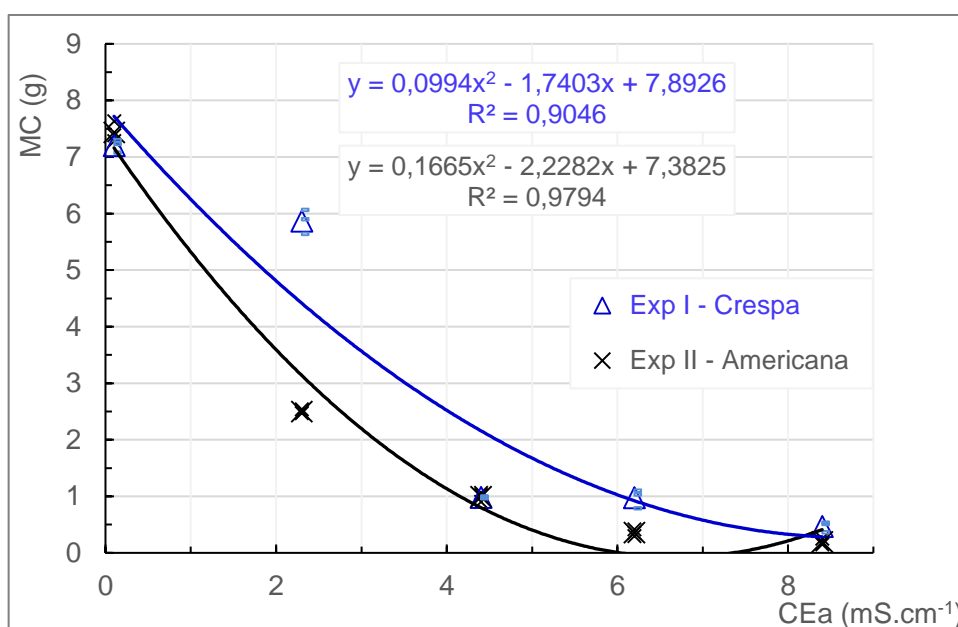


Figura 46 – Massa do caule das alfaces crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 1.

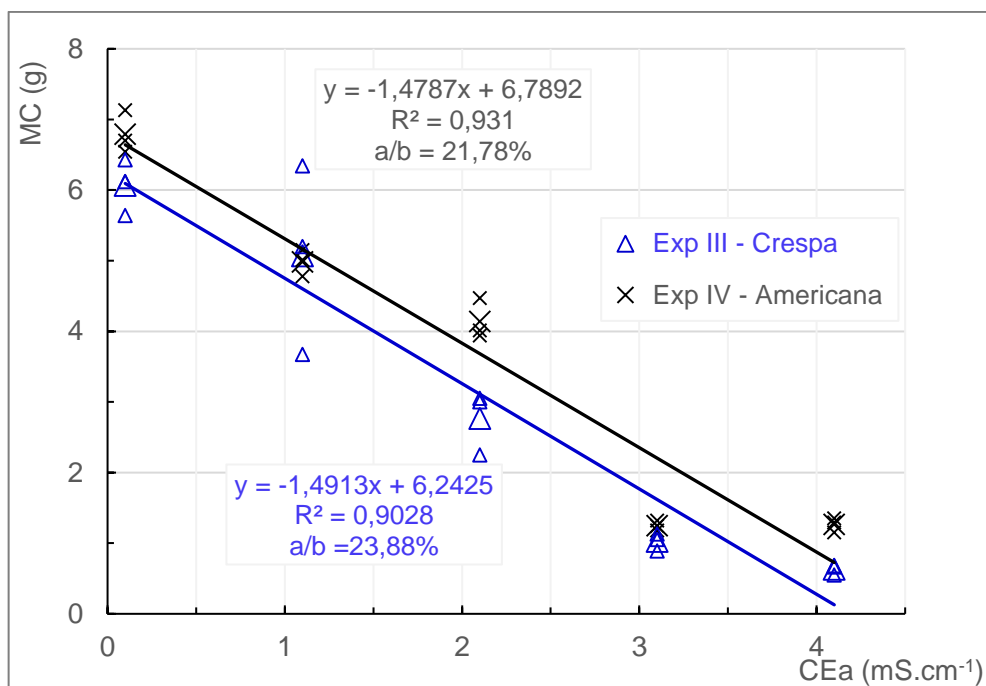


Figura 47 – Massa do caule das alfaces crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 2.

Nas Figuras 48, 49, 50 e 51 são apresentados os aspectos visuais dos caules estudados neste trabalho.

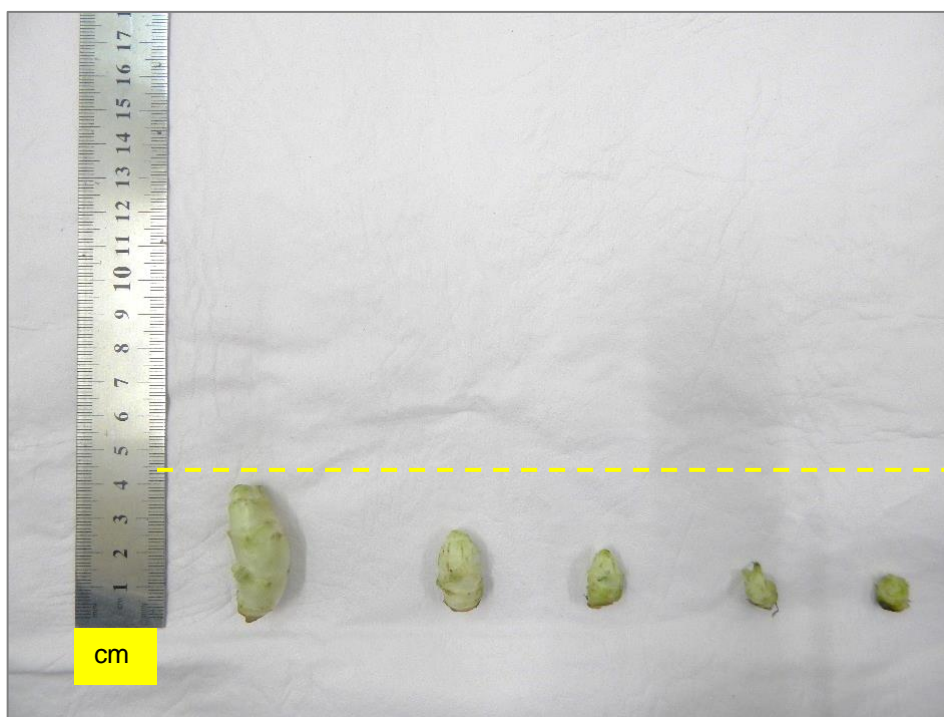


Figura 48 – Aspectos visuais dos caules ao cultivar alface crespa com o concentrado 1.

Fonte: AUTOR, 2015.



Figura 49 – Aspectos visuais dos caules ao cultivar alface americana com o concentrado 1.  
Fonte: AUTOR, 2015.

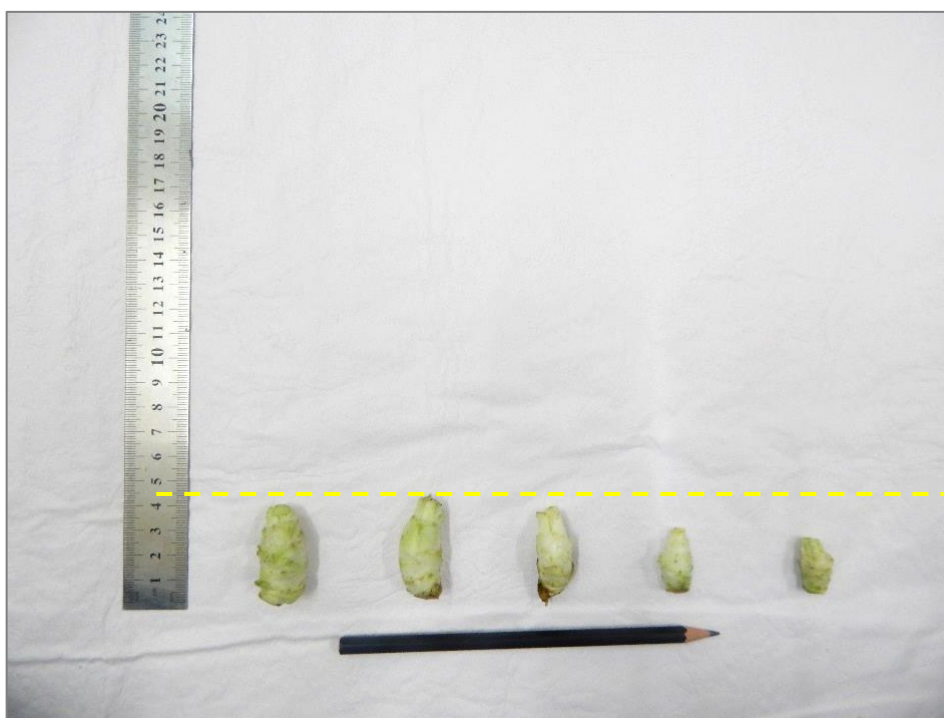


Figura 50 – Aspectos visuais dos caules ao cultivar alface crespa com o concentrado 2.  
Fonte: AUTOR, 2016.

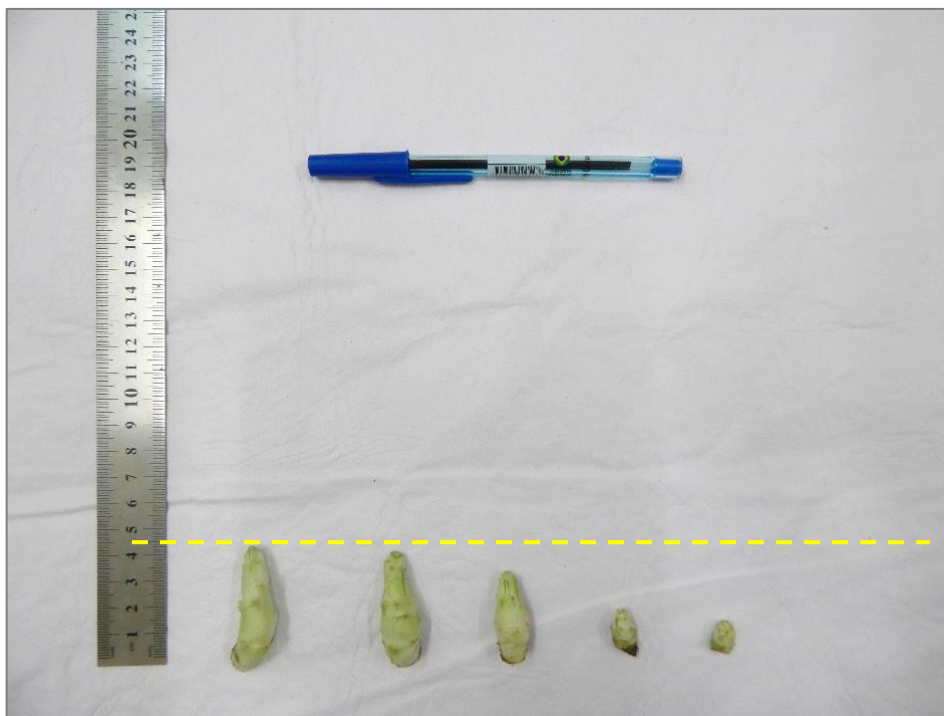


Figura 51 – Aspectos visuais dos caules ao cultivar alface americana com o concentrado 2.

Fonte: AUTOR, 2016.

No trabalho de Santos A. et al. (2010) ao cultivar da alface crespa variedade “Verônica”, observou reduções lineares de 8,18% por acréscimo de CEa, os tratamentos variaram de 0,27 a 7,50 mS.cm<sup>-1</sup>. Essa redução é considerada pequena em comparação as reduções do presente trabalho que foram maiores que 20%, isso implica que a alface crespa Verônica apresentou maior tolerância do que a alface crespa crocante e americana gloriosa para esse parâmetro.

Vale salientar que no trabalho de Santos A. et al. (2010) a água utilizada tinha em sua composição apenas NaCl acrescida dos nutrientes e no presente trabalho a água utilizada foi o concentrado da dessalinização acrescida de nutrientes.

- **Área Foliar (AF)**

Para área foliar, houveram reduções lineares por aumento da CEa de 10,40% para a alface crespa, a alface americana obteve ajuste quadrático cultivada com o concentrado 1. E de 9,5% de redução para alface americana e ajuste quadrático para crespa quando cultivadas com concentrado 2 observados nas Figuras 52 e 53.

A área foliar diminui pois depende da taxa de expansão celular, que fica prejudicada em função da dificuldade na absorção de água, pela redução considerável do efeito osmótico da solução nutritiva, pela presença de excesso de sais do concentrado, assim as plantas demonstram um mecanismo de defesa através, da redução da área foliar (TAIZ & ZEIGER, 2004)

De acordo com Mittova et al. (2002) e Sultana et al. (2002), as reduções da área foliar contribuem para a adaptação da cultura em soluções salobras, de modo que essa redução seja um mecanismo de sobrevivência, permitindo que a planta economize água em resultado da menor área de transpiração.

Soares et al. (2015) também observou redução linear decrescente com valor de 15,65% de na área foliar ao cultivar aface americana variedade “Tainá” utilizando água adicionada de NaCl para preparar seus tratamentos de irrigação.

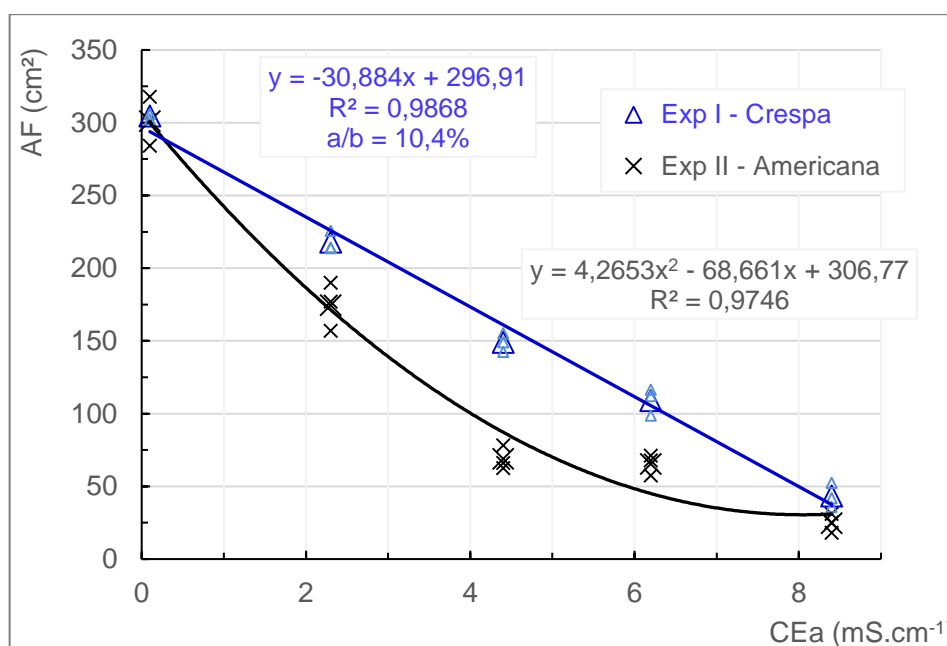


Figura 52 – Área Foliar das alfaces crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 1.

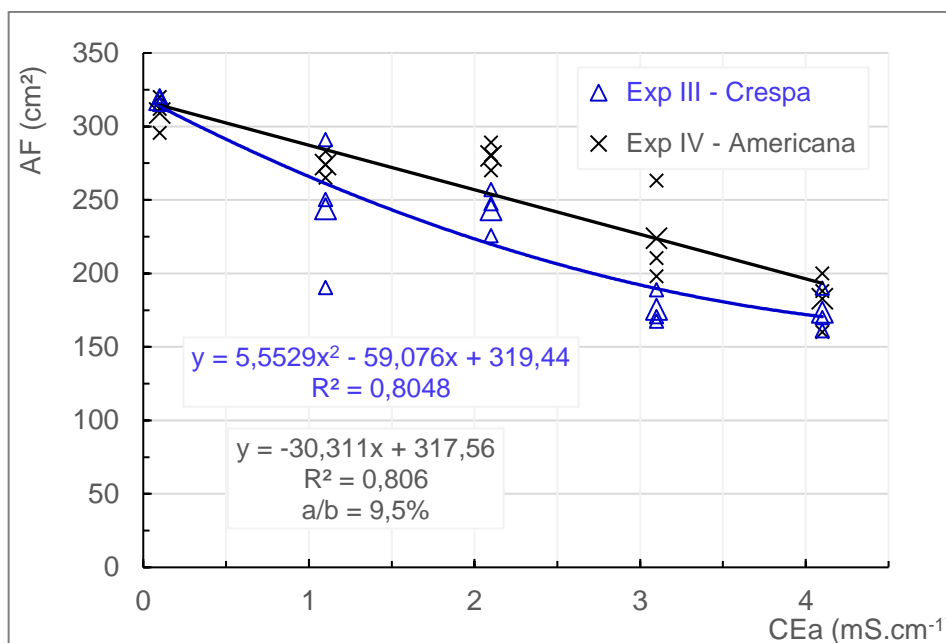


Figura 53 – Área Foliar das alfaces crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 2.

Os resultados estão de acordo com os encontrados no trabalho de Santos R. et al. (2010) que observou redução de 16,97% cultivando alface crespa variedade “Vera” com os níveis de CEa variando de 1,4 a 5,5 mS.cm⁻¹.

O concentrado 1 utilizado neste trabalho, teve níveis de CEa variando entre 0,1 e 8,4 mS.cm⁻¹ e apresentou reduções de 10,40%. Essas reduções foram menores do que a do autor citado e os níveis dos tratamentos foram superiores indicando maior tolerância das variedades estudadas quando comparadas com a do autor.

#### 4.5 Análise dos níveis de nitrato

Com o aumento da CEa houve efeito significativo ao nível 0,05 de probabilidade, das concentrações de nitrato nas folhas das alfaces crespa e americana, observado pelo valor p apresentado na Tabela 8.

Segundo Taiz & Zieger (2004), o nitrato absorvido pelas plantas deve ser reduzido para amônio e então incorporado na formação de compostos nitrogenados. Esse processo ocorre em duas etapas: na primeira o nitrato é reduzido para nitrito sob ação da enzima nitrato redutase ( $RNO_3$ ) e na segunda etapa o nitrito passa para amônio pela enzima redutase nitrito ( $RNO_2$ ). O nitrogênio é um componente essencial



para o desenvolvimento das plantas, o qual é importante para a síntese de proteínas e compostos orgânicos nitrogenados.

Tabela 8 – Análise de variância dos níveis de nitrato por experimento

Parâmetro	Experimentos	F	Valor p
Nitrato mg.kg <sup>-1</sup>	I	4,59	<b>0,023</b>
	II	19,54	<b>0,00</b>
	III	20,96	<b>0,00</b>
	IV	8,42	<b>0,003</b>

(\*) Experimento I e II com o concentrado 1; experimentos III e IV com o concentrado 2.

Nas Figuras 54 e 55 são apresentadas as regressões das análises de nitrato, ajustadas em modelos lineares.

Observa-se que a alface americana obteve níveis maiores de nitrato em comparação com a alface crespa, ao utilizar os dois tipos de concentrado, o que pode estar relacionado com as características da alface americana, o qual favoreceu maiores concentrações de nitrato nas folhas.

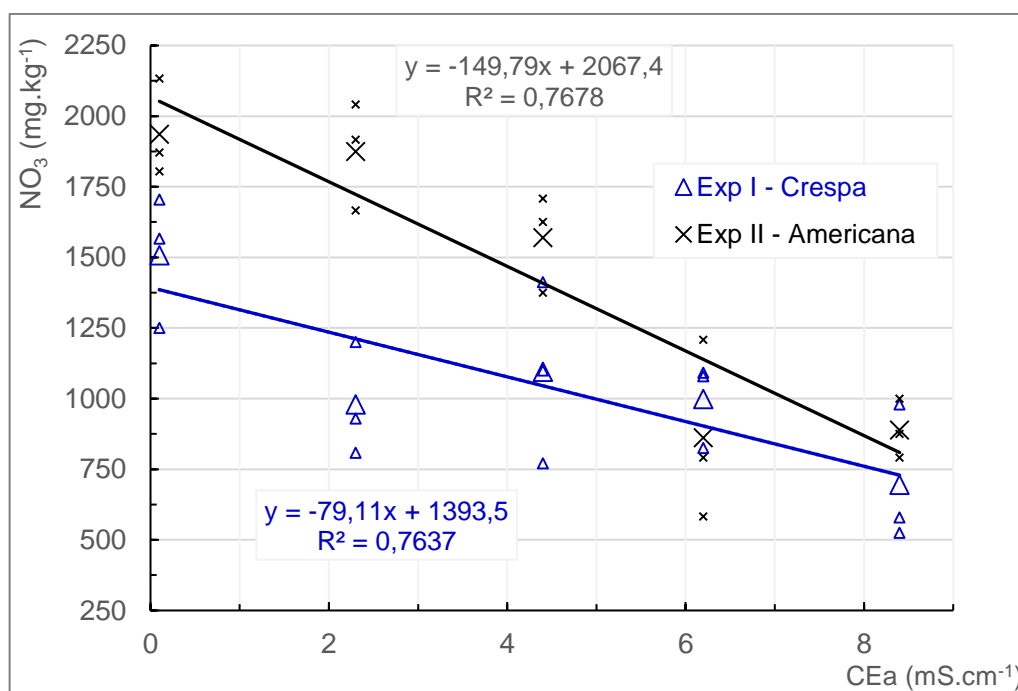


Figura 54 – Níveis de nitrato nas folhas das alfaces crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 1.

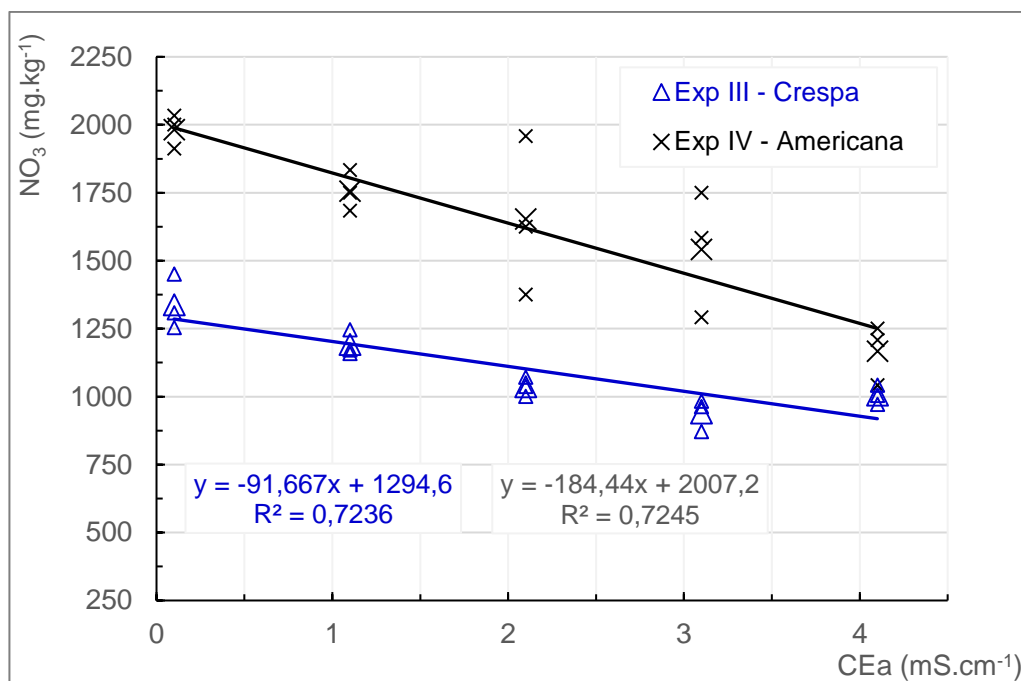


Figura 55 – Níveis de nitrato nas folhas da alface crespa e americana em função do aumento da condutividade elétrica utilizando o concentrado 2.

O menor valor de nitrato foi de  $694,5 \text{ mg.kg}^{-1}$  de matéria fresca, na alface crespa cultivada no tratamento mais salobro com  $\text{CEa}$  de  $8,40 \text{ mS.cm}^{-1}$  e o maior valor foi no tratamento controle com  $1.982,0 \text{ mg.kg}^{-1}$  de matéria fresca no experimento com alface americana cultivada com o concentrado 2, todo o intervalo de valores de nitrato encontrado nas folhas nesse trabalho estão abaixo dos limites estabelecidos pela Norma Europeia n.1881/2006 que são de  $3.500,0 \text{ mg.kg}^{-1}$  de matéria fresca no verão e  $4.500,0 \text{ mg.kg}^{-1}$  no inverno (Comission Regulation - EC, 2006).

De acordo com Ohse (1999), os fatores que afetam o acúmulo de nitrato nas plantas, são de origem genética e ambiental. Entre as variáveis genéticas, cita-se que as cultivares de alface de folhas lisas tendem a acumular mais nitrato que as de folhas crespas e as de origem ambiental estão relacionadas com as intensidades luminosas, por exemplo.

Nesse trabalho os níveis de nitrato tenderam a diminuir com o aumento da  $\text{CEa}$ , sob as temperaturas máximas variando entre  $27$  e  $33^\circ\text{C}$  para as alfaces crespa e americana durante os quatro experimentos. Paulus et al., (2012) observou que a concentração de nitrato aumentou de  $2.000,0$  a  $2.400,0 \text{ mg.kg}^{-1}$  para temperatura de  $24^\circ\text{C}$  para a alface crespa “verônica”, onde a condutividade elétrica variou de  $0,40$  a  $7,40 \text{ mS cm}^{-1}$  para os tratamentos com cloreto de sódio.



Segundo Aprício et al., (2012) observou que os níveis das concentrações de nitrato das alfaces brasileiras, vem apresentando valores abaixo dos valores máximos permitidos pela Comunidade Europeia.

De acordo com Lillo et al. (2004), a luz está envolvida na indução da ( $\text{RNO}_3$ ), onde os elétrons que auxiliam no transporte do nitrato vêm da cadeia fotossintética, induz uma alta expressão dos genes da ( $\text{RNO}_3$ ). A nitrato redutase é a principal enzima contendo molibdênio encontrada nos tecidos vegetativos e um dos sintomas da deficiência do molibdênio é o acúmulo de nitrato, devido a diminuição da atividade da enzima nitrato redutase (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Os resultados encontrados sobre o nitrato estão de acordo com Miceli et al. (2003) avaliando as cultivares de alface “Ballerina” e “Severus” em sistema hidropônico, constataram que, aumentando a CEa da solução nutritiva de 1,6 para 4,6  $\text{mS.cm}^{-1}$  com adição de NaCl, o teor de nitrato das folhas diminuiu de 2.218  $\text{mg.kg}^{-1}$  para 1.634  $\text{mg.kg}^{-1}$  de massa da matéria fresca. As reduções encontradas no presente trabalho podem ainda estar relacionadas com a presença dos demais íons que compõem o concentrado da dessalinização que dificultou a absorção desse nutriente.

De acordo com Silva et al. (2016) a temperatura da solução nutritiva também pode influenciar o acúmulo de nitrato das folhas de alface, os autores utilizaram as temperaturas de 15 e 25°C, o aumento de nitrato foi de 951,6 para 1.218,7  $\text{mg.kg}^{-1}$  de matéria fresca, respectivamente. No presente trabalho, os maiores níveis de nitrato foram observados no tratamento controle dos experimentos I, II, III e IV, com valores de 1.507,0, 1.936,2, 1.337,6 e 1.982,0  $\text{mg.kg}^{-1}$  sob as temperaturas máximas da solução nutritiva de 28, 30, 29 e 27°C para os quatro experimentos e estão condizentes com o trabalho citado.

#### 4.6 Análise sensorial

Na Tabela 9 estão apresentados resultados da análise de variância para a análise sensorial, a ficha de avaliação de escala hedônica, intenção de compra e o termo de consentimento dos provadores, estão no Apêndice B.

Observa-se que, houveram diferenças entre as médias das notas, com o aumento dos níveis de CEa para os atributos: cor nos experimentos I, II e IV; sabor

nos experimentos I, II e IV; Crocância apenas no experimento II; impressão global nos experimentos I, II e IV.

Tabela 9 – Análise de variância dos parâmetros cor, sabor, crocância e impressão global de cada experimento.

Parâmetros	Experimentos	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F	Valor p
Cor	I	34,50	11,5	7,51	<b>0,00</b>
	II	226,50	56,62	33,08	<b>0,00</b>
	III	1,62	0,40	1,0	<b>0,40</b>
	IV	27,50	6,87	6,92	<b>0,00</b>
Sabor	I	51,42	17,14	6,26	<b>0,001</b>
	II	134,49	33,62	12,28	<b>0,00</b>
	III	4,62	1,15	0,85	<b>0,49</b>
	IV	75,24	18,81	10,06	<b>0,00</b>
Crocância	I	14,53	4,84	2,65	<b>0,052</b>
	II	120,62	30,15	14,82	<b>0,00</b>
	III	1,0	0,25	0,48	<b>0,74</b>
	IV	4,33	1,08	1,72	<b>0,14</b>
Impressão Global	I	34,16	11,38	6,31	<b>0,001</b>
	II	327,77	81,94	49,24	<b>0,00</b>
	III	0,97	0,24	0,31	<b>0,87</b>
	IV	51,17	12,79	9,34	<b>0,00</b>

(\*) Experimento I e II com o concentrado 1; experimentos III e IV com o concentrado 2.

Em relação ao experimento III, utilizando o concentrado 2, não houveram diferenças entre as médias para os atributos cor, sabor, crocância e impressão global.

No presente trabalho, não foi observado diferenças entre as notas para o atributo crocância, quando foi cultivada a alface “crocante”, utilizando os tratamentos dos dois concentrados, observados nos experimentos I e III. Esse fato pode ser atribuído a característica da variedade “crocante”, e não variou com o aumento da CEa.

Os resultados do tratamento 5 no experimento I não foram analisados devido ao aspecto que as alfaces apresentaram após o cultivo com a água do concentrado, observados na Figura 56, os próprios provadores optaram por não provar o tratamento 5.



Figura 30 – Sintomas negativos nas folhas de alface cultivada no nível de  $8,4 \text{ mS.cm}^{-1}$   
 Fonte: AUTOR, 2015.

Paulus et al, (2012b), também encontraram resultados com efeitos significativos para os atributos: sabor, crocância e impressão global ao estudar a alface “Pira roxa e Verônica”

Com relação à intenção de compra, os resultados estão na Tabela 10. Observa-se que o aumento dos níveis de condutividade elétrica reduziu a intenção de compra nos experimentos I, II e IV, no entanto a intenção de compra no experimento III permaneceu constante e estão de acordo com o resultado obtivo no teste dos atributos.

Tabela 10 – Resultados do teste de intenção de compra dos quatro experimentos.

Parâmetros	Experimento (*)	Intenção de compra				
		T1 controle	T2	T3	T4	T5
Sim %	I	80,0	76,7	56,7	53,3	---
	II	96,6	93,3	26,6	16,6	0,0
	III	93,3	90,0	96,6	86,7	93,3
	IV	93,3	60,0	63,3	46,4	16,6
Não %	I	16,7	20,0	26,7	43,3	---
	II	0,0	0,0	20,0	56,6	66,6
	III	3,3	3,3	0,0	10,0	3,3
	IV	0,00	13,3	0,0	6,6	50,0
Talvez %	I	3,3	3,3	6,7	3,3	---
	II	3,3	6,6	53,3	26,6	33,3
	III	3,3	6,6	3,3	3,3	3,3
	IV	6,6	26,6	36,6	46,6	33,3

(\*) Experimento I e II com o concentrado 1; experimentos III e IV com o concentrado 2.

Também foi observado pelos provadores sabor salgado nos tratamentos T4 do experimento I e no tratamento T4 e T5 do experimento II, ambos com o concentrado 1. Em relação a análise sensorial, a alface crespa cultivada com o concentrado 2 foi a mais aceita tanto pelo teste sensorial quanto pela intenção de compra.

#### 4.7 Balanço qualitativo dos custos de investimentos

Em função da produção do concentrado do sistema de dessalinização em estudo, foi realizado um balanço qualitativo dos custos dos componentes, investidos para o uso do concentrado, como uma fonte hídrica, em um sistema hidropônico para a produção de alfaces.

No Quadro 7 estão apresentados os custos de investimentos específicos para o projeto, que foi implantado na Comunidade de Santa Luzia, da zona rural do município de Picuí – PB. A cotação de preços dos itens de investimentos e dos insumos encontram-se no ANEXO C. Não houveram investimentos com aquisição ou aluguel de terrenos, pois, o projeto foi aplicado nas mediações de uma escola municipal, isentando esse tipo de custo.

Quadro 7 – Custos de investimentos da implantação dos sistemas de dessalinização e hidropônico na Escola Municipal Macário Zulmiro.

<b>Custos dos itens para o investimento</b>	<b>Quant.</b>	<b>Valor unit. (R\$)</b>	<b>Valor total (R\$)</b>
Instalação completa do poço	01	7.000,00	7.000,00
Sistema de dessalinização: Dessalinizador, abrigo (12m <sup>2</sup> ), adução (200m), tanques (10m <sup>3</sup> ) com base de alvenaria e instalações elétricas	01	45.000,00	45.000,00
Estufa instalada no local (345 m <sup>2</sup> )	01	45.000,00	45.000,00
Sistema hidropônico NFT: bancadas, tanques e acessórios	01	13.663,00	13.663,00
Instalações elétricas e acessórios	---	---	2.000,00
Despesas com registro de cooperativa (*)	---	---	2.000,00
Subtotal			114.663,00

(\*) – Despesas com registro, Junta Comercial, Bombeiros e Contador; de acordo com JUCEP/PB.

A estufa observada na Figura 57, tem capacidade de produção de 5.000 pés de alface, possui 10 bancadas hidropônicas e 10 tanques de 500 L cada, para solução nutritiva. No primeiro dia de cultivo são necessários 5 m<sup>3</sup> de água concentrada, para o preparo das soluções nutritivas dos 10 tanques. Outras fotografias do beneficiamento com o projeto, podem ser observadas no APÊNDICE D.



Figura 57 – Interior da casa de vegetação instalada no distrito Santa Luzia/Picuí-PB.  
Fonte: AUTOR, 2016.

A quantidade de água concentrada para o sistema hidropônico foi calculada a partir do resultado do consumo hídrico da alface crespa (Exp. III), observado no subitem 4.3. O consumo hídrico por planta foi de 79 ml.dia<sup>-1</sup> ou 2,37 L.mês<sup>-1</sup>, assim estima-se que o consumo para 5.000 pés de alface, com base nesses resultados, sejam de 11,85 m<sup>3</sup>.mês<sup>-1</sup> e quando somados com o preparo da solução nutritiva, são necessários 16,85 m<sup>3</sup>.mês<sup>-1</sup>.

Na Figura 58 observa-se o sistema de dessalinização que tem capacidade de produção de 2,0 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> de água permeada e opera com 50% de recuperação, ou seja, também produz 2,0 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> de concentrado.



Figura 58 – Sistema de dessalinização da Escola Municipal de Ensino Fundamental Macário Zulmiro.  
Fonte: AUTOR, 2016.

A estrutura utilizada para construção das unidades de produção de água e de hortaliças, ficam no interior da Escola Municipal de Ensino Fundamental Macário Zulmiro, em uma área disponível no pátio, com aproximadamente 480m<sup>2</sup>. A escola possui aproximadamente 300 pessoas, entre alunos e funcionários.

- **Custos de produção**

De acordo com o monitoramento do dessalinizador (ANEXO D), e o consumo de água dessalinizada para escola, se utilizam em média 60 m<sup>3</sup>.mês<sup>-1</sup>, o qual é contabilizado na distribuição dos bebedouros, cozinha, higienização, etc. Para o manejo da água dessalinizada o projeto conta com um tanque de armazenamento de 10m<sup>3</sup>.

O concentrado produzido na ordem de 60m<sup>3</sup>.mês<sup>-1</sup>, conta com um consumo de 16,85 m<sup>3</sup>.mês<sup>-1</sup>, para a produção máxima da estufa que é de 5.000 alfaces, o restante do concentrado é utilizado para limpeza e descargas dos toaletes da escola, incluindo “água de gasto” para fins menos nobres como: limpeza em geral, toaletes, etc.



Em relação a mão de obra, não foram incorporadas aos custos de produção, pois, os voluntários do projeto pretendem constituir uma cooperativa, na qual o lucro é dividido de forma igualitária.

Os quadros 8 e 9 apresentam os custos para a produção anual/mensal de água concentrada/dessalinizada e os custos para a produção da alface crespa hidropônica, respectivamente.

Quadro 8 – Custos relacionados com a produção a produção de águas do dessalinizador.

Descrição	Un.	Quantidade Anual p/ (1.440 m³)	Quantidade Mensal p/ (120m³)	Valor anual (R\$)	Valor mensal (R\$)
Consumo de energia das bombas do dessalinizador	kW	2.880	240	887,64	73,97
Pré-tratamento anti-incrustante	L	01	0,083	75,00	6,25
Filtros de polipropileno	Refil	08	0,67	160,00	13,33
Limpezas químicas	sç	02	0,17	1000,0	83,33
Subtotal (A)				2.122,64	176,88

Quadro 9 – Custos relacionados com a produção de alface crespa hidropônica.

Descrição	Un.	Quantidade Anual p/ (60.000 pés)	Quantidade Mensal p/ (5.000 pés)	Valor anual (R\$)	Valor mensal (R\$)
Consumo de energia das 10 bombas submersas	kW	1008	84	310,68	25,89
Sementes	cx	12	01	1.200,00	100,00
Espuma fenólica	cx	12	01	864,00	72,00
Consumo água do concentrado	m³	202,2	16,85	297,23	24,76
Nutrientes	kits	60	05	888,60	74,05
Embalagens	cx	12	01	4.500,00	375,00
Fretes	--	48	04	1.920,00	160,00
Despesas administrativas (*)	--	12	01	4.800,00	400,00
Manutenções	--	12	01	3.600,00	300,00
Subtotal (B)				18.380,51	1.531,70

(\*) – Despesas administrativas, contribuição cooperativista e contribuição sindical; de acordo com a Organização de Cooperativas Brasileiras.

O consumo de energia para produção de água foi rateado com base na tarifa de energia rural no valor de R\$ 0,30819 por  $\text{kW.h}^{-1}$ , na potência das bombas usadas pelo dessalinizador ( $5 \text{ kW.h}^{-1}$ ), bomba do poço ( $3 \text{ kW.h}^{-1}$ ) e de acordo com o número de horas de funcionamento, que foram  $30 \text{ h.mês}^{-1}$ , de acordo com a planilha de monitoramento (ANEXO D). Os demais custos do sistema de dessalinização são manutenções necessárias para o seu funcionamento, como a troca de filtros, limpezas químicas e tratamento anti-incrustante. O consumo de energia do sistema hidropônico foi rateado de forma semelhante ao dessalinizador, com base na potência das bombas submersas ( $0,04 \text{ kW.h}^{-1}$ ) e no número de horas de funcionamento, que são  $2.100 \text{ h.mês}^{-1}$  para as 10 bombas.

Em relação as sementes, espuma fenólica, embalagens, nutrientes e água do concentrado, foram calculados para a produção de 5.000 pés de alface. As despesas administrativas são os gastos com marketing e material de escritório. As manutenções do sistema hidropônico são reparos dos plásticos e mantas de cobertura e possíveis emenda das calhas.

A divisão do subtotal mensal (A) pela quantidade de água produzida ( $120 \text{ m}^3.\text{mês}^{-1}$ ), resultou no custo de produção unitário da água concentrada/dessalinizada, que foi de R\$ 1,47 por  $\text{m}^3$ . Enquanto o subtotal mensal (B) dividido para a produção de 5.000 plantas. $\text{mês}^{-1}$  resulta em R\$ 0,30 por planta.

No Quadro 10 encontram-se os resultados das estimativas do fluxo de caixa, levando em consideração a produção e venda total das alfaces produzidas na estufa.

Quadro 10 – Estimativas do fluxo de caixa com a venda de 5.000 pés de alface por mês.

Fluxo de caixa	Capacidade produtiva (pés)	Preço de venda (R\$)	Total (R\$)
<b>Faturamento Bruto</b>	<b>5.000</b>	<b>1,50</b>	<b>7.500,00</b>
(-) Perdas 10%	500	1,50	(750)
(=) Subtotal	4.500	1,50	6.750,00
(-) Fundo reserva 10% (*)	--	--	(675)
(=) Subtotal	--	--	6.075,00
(-) Custo de produção subtotal (A+B)	--	--	(1.708,58)
Lucro líquido (**)		--	4.366,42

(\*) – De acordo com a lei 5.764/71 que define a Política Nacional de Cooperativismo, são taxas obrigatórias para o funcionamento das cooperativas.

(\*\*) – Sem o pagamento de pessoal.



O preço sugerido da venda das alfaces foi estimado com base em pesquisa de mercado na região, em média de R\$ 1,50. Inicialmente as alfaces estão sendo vendidas nas feiras livres, dispensando o pagamento de impostos.

De acordo com o Quadro 10, o faturamento bruto foi estimado multiplicando-se o preço de venda pelo volume de alface produzido, o lucro líquido foi obtido com a subtração dos custos A e B.

Assumindo em um quadro real para produção/vendas, se faz necessário outras despesas que não estão computadas nos investimentos desse trabalho como: pagamento de pessoal e encargos. Nesse sentido, para cobrir as despesas das pessoas que vem contribuindo na produção, recomendou-se tomar 50% para cobrir as despesas de pessoal e 50% para simular o pagamento dos investimentos (MARTINS, 2010).

De acordo com a demanda das vendas, conforme mencionado no Quadro 10, o projeto, incluindo os sistemas de dessalinização e hidroponia, seriam pagos ao longo de quatro anos, incluindo as despesas das três pessoas que vem trabalhando na produção. Mas, se o projeto for sob a gestão de funcionários da própria escola, esse tempo de retorno para cobrir os custos, se reduz para dois anos e nove meses. Apesar de que, não existe prazo para retorno sobre investimentos, desde que se mantenha o fluxo de caixa sob controle, segundo Martins (2010).

O custo unitário da alface crespa está de acordo com Silva e Schwonka (2001), que avaliaram a viabilidade econômica da alface crespa hidropônica, no estado do Paraná, sem uso do concentrado, onde o custo foi praticado na ordem de R\$ 0,32 por planta, lucro líquido de 3.756,20 R\$.mês<sup>-1</sup>, retorno sobre o investimento de 2,5 anos, taxa de 50% para pagamento de pessoal e 50% para cobrir os investimentos que foi de R\$ 56.343,00, sem o uso do sistema de dessalinização.

Para o presente módulo de estufa de 345 m<sup>2</sup> com uma produção mensal de 5.000 pés de alface, consumo de água 16,85 m<sup>3</sup>, trinta horas de funcionamento do dessalinizador, e, com as características do concentrado (2), observa-se no Quadro 11 as projeções da quantidade e da área de estufas necessárias para o uso de toda a produção do concentrado a partir de dessalinizadores com diferentes números de membranas, que são comumente encontrados no Nordeste com 50% de recuperação.

Quadro 11 – Número e área de estufas necessárias para produção de alface utilizando diferentes quantidades de concentrado.

Nº de membranas	Tipo de membranas	Vazão do concentrado (m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> )	Produção do concentrado (m <sup>3</sup> .mês <sup>-1</sup> )	Nº de estufas de 5000 pés	Área da estufa (m <sup>2</sup> )
3	BW4040	0,6	18	1,1	380
4	BW4040	1,5	45	2,6	897
2	BW30-8040	2,0	60	3,5	1.207

Observa-se que o sistema de dessalinização com duas membranas do tipo BW30-8040, semelhante ao dessalinizador da Escola Macário Zulmiro, necessitaria de uma estufa de 1.207 m<sup>2</sup> para consumir 60 m<sup>3</sup>.mês<sup>-1</sup> de concentrado. Nesse caso, seria mais prudente esse tipo de investimento, o que não foi o caso do presente trabalho em função do montante destinado para o projeto.

As projeções dos custos médios de mercado de dessalinizadores em função do número de membranas e produção de concentrado para uso em sistema hidropônico NFT, podem ser observados no Quadro 12.

Quadro 12 – Projeções dos lucros para diferentes tipos de dessalinizadores em função da área da estufa.

Nº de memb.	Área da estufa (m <sup>2</sup> )	Custo médio do dessalinizador (R\$)	Custo de obras (R\$) (*)	Custo da Estufa (R\$)	Custo da produção de alface (R\$.mês <sup>-1</sup> )	Receita bruta (R\$.mês <sup>-1</sup> )	Receita líquida (R\$.mês <sup>-1</sup> ) (**)	RSI (ano) (***)
3	380	24.000,00	18.000,00	64.231,00	3.319,00	7.941,00	4.621,00	1,92
4	897	29.000,00	18.000,00	160.578,00	8.404,00	19.852,00	11.448,00	1,51
2	1.207	36.000,00	18.000,00	214.104,00	11.283,00	26.470,00	15.186,00	1,47

(\*) - Poço instalado, 3 tanques c/bases, abrigo do dessalinizador, instalação elétrica e despesas de funcionamento.

(\*\*) - Não incluso o pagamento de pessoal.

(\*\*\*) – Retorno sobre investimento.

Observando as projeções econômicas do dessalinizador de 2 elementos de membranas para uma estufa de 1.207 m<sup>2</sup>, com o uso de 60m<sup>3</sup> do concentrado, em aproximadamente 1 ano e 5 meses seria o tempo de retorno sobre o investimento, enquanto que ao utilizar 16,85m<sup>3</sup>, que é praticado no projeto da Escola, o tempo aumenta para dois anos e nove meses. Embora o investimento da expansão do negócio seja elevado para implantação desse tipo de projeto, o custo benefício demonstra-se atrativo com retorno em pouco tempo.

---

## **CAPÍTULO 5**

## **CONCLUSÕES**

---

## 5 CONCLUSÕES

### ❖ Monitoramento da solução nutritiva

Houve aumento das condutividades elétricas (CEa) em função do tempo de cultivo ao utilizar os níveis de tratamentos dos dois tipos de concentrado;

Ao utilizar o concentrado 1, os valores de pH tenderam a aumentar durante o cultivo, requerendo mais solução ácida para controlar essa variação, enquanto ao utilizar o concentrado 2 não foi necessário controle de pH, pois manteve-se com valores abaixo do limite recomendado;

O uso do concentrado, no preparo da solução nutritiva e na reposição diária evapotranspirada, resultou na diminuição linear do consumo hídrico com o aumento da CEa da água, sendo mais acentuada ao utilizar o concentrado 1 no experimento I e II em 7,53% e 8,89%, e com o concentrado 2 nos experimentos III e IV com reduções de 4,03% e 1,6%.

A partir do monitoramento físico-químico da solução nutritiva, observou-se que as duas variedades de alfaces estudadas, absorveram potássio nos níveis de condutividades do concentrado 2, enquanto que ao utilizar o concentrado 1, as concentrações foram constantes nos níveis 6,2 e 8,4 mS.cm<sup>-1</sup>, comprovando a dificuldade de absorção desses nutrientes com o excesso de sais do concentrado.

### ❖ Análise dos parâmetros de crescimento

Ao utilizar os níveis de tratamentos preparados com as diluições do concentrado 1, a alface americana demonstrou-se mais sensível do que a crespa com o aumento da CEa, durante a análise de crescimento para todos os parâmetros avaliados nessa análise;

A massa do caule e a área foliar foram os parâmetros mais influenciados com o aumento das condutividades dos tratamentos dos dois concentrados;

Ao utilizar os níveis de tratamentos do concentrado 2, as duas variedades avaliadas tiveram o crescimento reduzido, mas não tão acentuados quando se utilizou o concentrado 1, sendo possível a produção de alface crespa e americana cultivadas com o concentrado da dessalinização, em níveis mais baixos de condutividades.

### ❖ **Análise dos níveis de nitrato**

A alface americana obteve níveis mais elevados de nitrato, atingindo concentrações em média de 1.980,0 mg.kg<sup>-1</sup> no tratamento controle (T1) e 1.166,8 mg.kg<sup>-1</sup> no tratamento (T5) e para a alface crespa as concentrações foram de 1.337,6 mg.kg<sup>-1</sup> e 1.005,7 mg.kg<sup>-1</sup> para os mesmos tratamentos.

Os resultados estão abaixo dos valores máximos estabelecidos pela legislação vigente de 3.500 mg.kg<sup>-1</sup>.

### ❖ **Análise sensorial**

Nos experimentos com o concentrado 1, os atributos cor, sabor, crocância e impressão global foram afetados com o aumento da CEa nos experimentos com alface americana, enquanto para alface crespa, foram afetados a cor, sabor e impressão global.

Ao utilizar o concentrado 2, nenhum parâmetro foi afetado para o experimento com alface crespa e para a alface americana apenas a crocância não foi afetada.

O atributo crocância não foi alterado com o aumento da CEa para a alface crespa, com o uso dos dois concentrados.

A preferência de compras foi acima de 90% para a alface crespa cultivada com o concentrado 2.

### ❖ **Custos estimados**

Para as condições estudadas, o custo de produção da alface crespa cultivada com o concentrado 2 foi de R\$ 0,30, o custo de produção da água dessalinizada foi R\$ 1,47 e o retorno sobre o investimento em aproximadamente quatro anos para o investimento de R\$ 114.663,00.

Foi possível o cultivo da alface crespa variedade “crocante” com a condutividade elétrica do concentrado 2, de 4,1 mS.cm<sup>-1</sup>, gerado a partir do sistema de dessalinização da Escola Macário Zulmiro.

## 6 PERSPECTIVAS

- Desenvolver um estudo quantitativo dos números de sistemas hidropônicos que possam operar nos sistemas de dessalinização, implantados pelo governo federal em função das qualidades dos concentrados para diferentes tipos de hortaliças.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABCSEM. Associação brasileira do comércio de sementes. Disponível em <http://www.abcsem.com.br/> acesso em 10 de fevereiro de 2014.

ALBERONI, R. B. Hidroponia, como instalar e manejar o plantio de hortaliças dispensando o uso do solo. Ed. Nobel, 102p, 1997.

ALVES, J. J. A.; NASCIMENTO, S. S. Transposição do rio São Francisco: (des) caminhos para o semiárido do Nordeste brasileiro. Revista Eletrônica Espaço Acadêmico, v. 9, p. 39-45, 2009.

ALVES, M. S.; SOARES, T. M.; SILVA, L. T.; FERNANDES, J. P.; OLIVEIRA, M. L. A.; PAZ, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental, vol.15, n.5, 2011.

ANDERS, C. R.; SANTOS, S. J. S. A.; DIAS, N. S.; MELO, M. R. S. Qualidade e impactos causados pela destinação de rejeito da dessalinização da água salobra no Oeste de Potiguar. In: I Workshop Internacional sobre água no semiárido brasileiro; 2013; Campina Grande: Paraíba, 2013.

AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R.; MATOS, A. N. B.; SOUZA, D. F. Diagnóstico de sistemas de dessalinização de água salobra subterrânea em municípios do Estado da Paraíba- Brasil. In: XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2004, Cuiabá. A Gestão Integrada e Dinâmica de Aquíferos: Eficiência e Agronegócios, 2004.

ANA, Agência Nacional de Águas, Atlas Nordeste: abastecimento urbano de água: alternativas de oferta de água para as sedes municipais da Região Nordeste do Brasil e do norte de Minas Gerais, 2006.

APHA. American Public Health Association. STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, Editor by Leonore S. Clesceri, Arnold E. Greenderg, Andrew D. Eaton, 22th Edition, 2012.

APRÍGIO, A.; REZENDE, R.; FREITAS, P. S. L.; COSTA, A. R.; SOUZA, R. S. Teor de nitrato em alface hidropônica em função de vazões e período de pós-colheita. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, p. 951-951, 2012.

ARNAL, J.M.; SANCHO, M.; IBORRA, I.; GOZÁLVEZ, J.M.; SANTAFÉ, A.; LORA, J. Concentration of brines from RO desalination plants by natural evaporation. *Desalination*. v. 182, p. 435-439, 2005.

ASCOM/MDS, Programa de Aquisição de Alimentos teve investimento de R\$ 5 bilhões em 10 anos. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/redesan/news/programa-de-aquisicao-de-alimentos-teve-investimento-de-r-5-bilhoes-em-10-anos>, acesso em 14/05/2017.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 153p. Estudos de Irrigação e Drenagem, 1999.

BELTON, P. O grande salto tecnológico que pode acabar com a sede no mundo. BBC News, outubro de 2015.

BLAT S. F.; SANCHEZ, S. V.; ARAÚJO, J. A. C.; BOLONHEZI, D. Desempenho de cultivares de alface crespa em dois ambientes de cultivo em sistema hidropônico, *Horticultura Brasileira*, vol. 29, p. 135-138, 2011.

BOYSEN, B.; HENTHORNE, L. State-of-art of reverse osmosis desalination pretreatment. *Desalination*, v, 356, p, 129-139, 2014.

BRASIL, Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.

CALLADO, A. A. C.; CALLADO, A. L. C. Custos: um desafio para a gestão no agronegócio. 2007. Disponível em: <http://www.yumpu.com/pt/document/view/14845444/custos-um-desafio-para-a-gestao-no-biblioteca-sebrae> >. Acesso em: 24 nov.2013.

CAMARGO, R. A L.; BACCARIN, J. G.; SILVA, D. B. P. O papel do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e do Programa Nacional de Alimentação Escolar



(PNAE) no fortalecimento da agricultura familiar e promoção da segurança alimentar. Temas de Administração Pública (UNESP. Araraquara), v. 8, p. 01, 2013.

CARVALHO, C. Brasil e restante do mundo sentem reflexos da escassez de água. Revista Amanhã. O Globo. Rio de Janeiro, 2013.

CARVALHO, L. S.; MARTINS, T. M.; SILVA, M. A. O.; SANTOS, M. D. S.; SILVA, J. P. S.; SANTOS, J. A.; ARAÚJO, P. J. P. Utilização de água salobra produzida por poço artesiano na plantação de milho verde (zea mays). Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas, Aracaju, v. 2, n.1, p. 45-54, Março, 2014

CATALDO, D. A.; HAROON, M.; SCHRADER, L.E.; YOUNGS, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. Communications in Soil Science and Plant Analysis, v.6, p.71-80, 1975.

CAVALCANTI, J. E. W. A. Proposição de novo modelo de operação e manutenção dos dessalinizadores das águas salobras do semiárido brasileiro. Instituto de Engenharia, [http://www.institutodeengenharia.org.br/site/noticias/exibe/id\\_sessao/5/id\\_noticia/9518](http://www.institutodeengenharia.org.br/site/noticias/exibe/id_sessao/5/id_noticia/9518). São Paulo, 2015.

CIRILO, J. A. C. Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. Estudos Avançados, v.22, p.61-82, 2008.

Comission Regulation, EC. ACT No. 1881/2006 of 19 December 2006, 20 ago. 2016.

CREPALDI, S. A. Curso Básico de Contabilidade de Custos – São Paulo: Atlas, 2004.

CRUZ, M. A. S.; RESENDE, R. S.; AMORIM, J. R. A. Análise da distribuição espacial de parâmetros de qualidade das águas subterrâneas para irrigação no semiárido do Estado de Sergipe, Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.15, p.105-113, 2010.

DIAS, S. N; NETO, O. N. S; COSME C. R; JALES, A. G. O; REBOUÇAS, J. R. L; OLIVEIRA, A. M. O. Resposta de cultivares de alface à salinidade da solução nutritiva com rejeito salino em hidroponia. Rev. bras. eng. agríc. ambient. vol.15 no.10, 2011.

ELOI, W. M.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F. Influência de diferentes níveis de salinidade nas características sensoriais do tomate. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, p.16–21, 2011.

FERREIRA, W. B. Aproveitamento do Concentrado da Dessalinização Via Osmose Inversa Para Desenvolvimento de *Chlorella* Sp. e *Chlorella Vulgaris* Visando a Produção de Biocombustível. Tese (Doutorado em Engenharia Química/UFCG), Campina Grande-PB, 2012.

FRANÇA, K. B. Projeto água: Fonte de alimento e renda - uma alternativa sustentável para a comunidade de Uruçu no semiárido nordestino. In: Recursos Naturais: uma abordagem multidisciplinar. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB; Realize. 1ed. p.15-53. 2012.

FRANÇA, K. B. Projeto água: fonte de alimento e renda alternativa sustentável para o semiárido. Programa Petrobrás Ambiental, Convênio Petrobrás, a Fundação Certi, e Laboratório de Referência em Dessalinização da Universidade Federal de Campina Grande (LABDES-UFCG), 2007.

FURLANI, P. R. Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia – NFT. Instituto Agrônomo, Campinas, n.168. 30p. 1998.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. Cultivo Hidropônico de Plantas: Parte 1 - Conjunto hidráulico. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com /Artigos /2009\\_ 1/hidroponiap1/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/hidroponiap1/index.htm)>. Acesso em: 25/1/2015

FURTADO, F. N.; MOTA. S. Impactos do uso de rejeitos de um dessalinizador de água na irrigação da erva-sal sobre a planta e o solo. Saneas, São Paulo, V.01, p 6-10, junho, 2003.

GHEYI, H. R.; FAGERIA, N. K. Efeitos dos sais sobre as plantas. In: Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande – PB, UFPB, p.125-131, 1997.

GIMENES, R. M. T.; GIMENES, F. M. P. Agronegócio cooperativo: a transição e os desafios da competitividade. Revista do desenvolvimento regional, v. 12, n. 2, 2007.

GURGEL, M. T.; UYEDA, C. A.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T.; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. V. Crescimento de meloeiro sob estresse salino e doses de potássio. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, p.3–10, 2010.

IDA World Congress: Desalination market grows to meet global water needs. Volume 48, Issue 5, September–October 2011, Pages 28–30, 2011.

JONAS, J. J. B. Hydroponics: its history and use in plant nutrition studies. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v. 5, n. 8, p. 1003-1030, 1982.

LILLO, C; MEYER, C; LEA, U. S; PROVAN, P; OLTEDAL, S. Mechanism and importance of post-translational regulation of nitrate reductase. *Journal of experimental botany*, vol. 55, No. 401, pp. 1275-1282, 2004.

LUZ, G. L; MEDEIROS, S. L. P; MANFRON, P. A; AMARAL, A. D; MULLER, L; TORRES, M. G; MENTGES, L. A. questão do nitrato em alface hidropônica. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.8, p. 2388-2394, 2008.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance-current assessment. *Journal of Irrigation and Drainage Division*, New York, v. 103, n. IR 2, 115-134, 1997.

MAHER, M. Contabilidade de Custos: Criando Valor Para a Administração; São Paulo: Atlas, 2001.

MALAVOLTA, E. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Godofredo Cesar Vitti, Sebastião Alberto de Oliveira. Segunda edição. Piracicaba: POTAFOS, 2006.

MARENGO, J. A. Mudanças Climáticas Globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília, DF: MMA, 2006.159 p.

MARSHALL, J. K. Methods of leaf area measurement of large and small leaf samples. *Photosynthetica*, v. 2, p. 41- 47, 1968.

MARTINEZ, H. E. P. O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa. *Caderno Didático*, n.1. 61p. Viçosa, 2006.

MARTINS, E. Contabilidade de custos. 9. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MEDEIROS, D. C.; MEDEIROS, J. F. D; PEREIRA, F. A. L.; SOUZA, R. O.; SOUZA, P. A. Produção e qualidade de Melão (cv. Cantaloupe) cultivado com água de diferentes níveis de salinidade. *Revista Caatinga*, v.24, p.92-98, 2011.

MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R. Riscos de salinidade em áreas irrigadas. In: MIRANDA, J. H.; PIRES, R. C. M. (Ed). *Irrigação*. Piracicaba: FUNEP, Cap. 5, p. 255-314, 2001.

MICELI, A; MONCADA A; D'ANNA F. Effect of salt stress in lettuce cultivation. *Acta Horticultura* 609: 371-375, 2003.

MICKLEY, M. C. Membrane concentrate disposal: practices and regulation. U.S. Department of the Interior. (Desalination and Water Purification Research and Development Program Report No.123) Denver, Colorado, 2006.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. Programa Água Doce. Documento Base, 2012. [www.aguadoce.mma.gov.br/anexos/documento-base.pdf](http://www.aguadoce.mma.gov.br/anexos/documento-base.pdf).

MORILLO, J.; USERO, J.; ROSADO, D.; BAKOURI, H.; RIAZA, A.; BERBAOLA, F. J. Comparative study of brine management Technologies for desalination plants. *Desalination*. vol. 336, p. 32-49, 2014.

MULLER, A. L. Programa de Aquisição de Alimentos da Agricultura Familiar e Programa Nacional de Alimentação Escolar. Brasília, 2010.

NERY, A. R.; RODRIGUES, L. N.; SILVA, M. B. R.; FERNANDES, P. D.; CHAVES, L. H. G.; NETO, D. J.; GHEYI, H. R. Crescimento do pinhão-mansão irrigado com águas salinas em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.551–558, 2009.

OSHE, S. Qualidade nutricional e acúmulo de em alface. In: SANTOS, O. S. (Ed.) *Hidroponia da alface*. Santa Maria, RS: Imprensa Universitária. Cap. 2, p 10-24, 2000.

PAULUS, D.; DOURADO, N. D; PAULUS, E. Análise sensorial, teores de nitrato e de nutrientes de alface cultivada em hidroponia sob águas salinas. *Horticultura Brasileira* 30: 18-25, 2012a.

PAULUS, D.; PAULUS, E.; NAVA, G. A.; MOURA, C. A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. *Rev. Ceres*, 59(1): 110-117, 2012b.

PAZ, V. P. da S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 4(3), 465-473, 2000.

PEIG, D. B.; RAMOS, M. P. Aproveitamento e destino do concentrado de processos de separação por membranas. XVI congresso brasileiro de águas subterrâneas. São Luís, 2010.

PORTO, E. R., M.; AMORIM, M. C. C.; SILVA JÚNIOR, L. G. A. Uso do rejeito da dessalinização de água salobra para irrigação da erva-sal (*Atriplex nummularia*). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, n.1, p.III-114, 2001

PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C.; DUTRA, M. T. D.; PAULINO, R. V.; BRITO, L. T. L.; MATOS, A. N. B. Rendimento da *Atriplex nummularia* irrigada com efluentes da criação de tilápia em rejeito da dessalinização de água. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, p.97-103, 2006.

PÔRTO, M. L. A.; ALVES, J. C.; SOUZA, A. P.; ARAÚJO, R. C.; ARRUDA, J. A.; TOMPSON JÚNIOR, U. A. Doses de nitrogênio no acúmulo de nitrato e na produção da alface em hidroponia. *Horticultura Brasileira* 30: 539-543, 2012.

PURQUERIO, L. F. V.; MELO, P. C. T. Hortaliças pequenas e saborosas. *Horticultura Brasileira* 29, 2011.

ROSADO, J.; MORAIS, M. M. Estratégias de Gestão da Água em Situação de Escassez: Regiões Semiáridas e Mediterrânicas. *Sustentabilidade em debate*, v.1, p. 31-46, 2010.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. 'Gloriosa': cultivar de alface americana tropicalizada. *Hortic. Bras.*, vol.26, n.3, pp.409-410, 2008.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. *Horticultura Brasileira*, *Hortic. bras.*, v. 30, n. 2, abr. - jun. 2012

SANCHEZ, A. S.; NOGUEIRA, I. B. R.; KALID, R. A. Uses of the reject brine from inland desalination for fish farming, spirulina cultivation, and irrigation of forage shrub and crops. *Desalination*. v, 364, p, 96-107, 2015.

SANTOS, A. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SILVA, D. J. R.; MONTENEGRO, A. A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.961-969, 2010.

SANTOS, R. S. S.; DIAS, N. S.; SOUSA NETO, O. N.; GURGEL, M. T. Uso do rejeito da dessalinização de água salobra no cultivo da alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema hidropônico NFT. *Ciênc. agrotec*, vol.34, n.4, pp.983-989, 2010.

SIAGAS. Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. CPRM, Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: [siagasweb.cprm.gov.br](http://siagasweb.cprm.gov.br). Acesso em 20/12/2016.

SILVA, E. T.; SCHWONKA, F. Viabilidade econômica para a produção de alface no sistema hidropônico em Colombo, região metropolitana de Curitiba, PR. *Scientia Agraria*, Curitiba, v.2, n.1-2, p.111-116, 2001.

SILVA, J. S.; PAZ, V. P. S.; SOARES, T. M.; FERNANDES, J. P.; SANTOS, C. A.; MENDONÇA, J. O.; MELO, D. M. Análise sensorial de agrião hidropônico com uso águas salobras do semiárido e recôncavo. XIII Jornada de ensino, pesquisa e extensão – JEPEX, 2013.

SILVA, S.; NASCIMENTO, R.; OLIVEIRA, H.; CARDOSO, J. A. F.; XAVIER, D. A.; SILVA, S. S. Levels of nitrate, pigments and thermographic analysis of lettuce under different temperatures of nutrient solution. *African Journal of Agricultural Research*, 11(19), 1668-1673, 2016.

SILVA, T.; MATOS, A. P.; SANTANNA, E. S. Avaliação do cultivo da microalga *chlorella* SP. em concentrado de dessalinização para a produção de biocombustíveis. XXI Jornada de Jovens Investigadores da AUGM. São Carlos – SP, 2013.

SOARES, H. R.; SILVA, E. F. F.; SILVA, G. F.; PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M.; SANTOS, A. N. Lettuce growth and water consumption in NFT hydroponic system

using brackish water. Revista brasileira engenharia agrícola e ambiental, vol.19, n.7. 2015.

SOARES, T. M. Utilização de águas salobras no cultivo da alface em sistema hidropônico NFT como alternativa agrícola condizente ao semiárido brasileiro. Tese de Doutorado, Escola Superior e Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

SOARES, T. M.; DUARTE, S. N.; SILVA, E. F. F.; JORGE, C. A. Combinação de águas doce e salobra para produção de alface hidropônica. Rev. bras. eng. agríc. ambient. vol.14, n.7, 2010.

SOLIZ, D. H. Production of the Forage Halophyte Atriplex lentiformis on Reverse Osmosis Brine. Dissertation. Department of soil, water and environmental science. University of Arizona, Tucson, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 3º Edição. Porto Alegre. Editora Artmed, 2004. p.615.

TANG, W.; Ng, H.Y.; Concentration of brine by forward osmosis: performance and influence of membrane structure. Desalination v. 224, p. 143-153, 2008.

TURHAN, A.; KUSCU, H.; OZMEN, N.; SERBECI, M. S.; DEMIR, A. O.; Effect of different concentrations of diluted seawater on yield and quality of lettuce. Chilean journal of agricultural research. vol.74 n.1, 111-116, 2014.

VILLELA, R. P.; SOUZA, R. J.; Guimarães, R. M. ; NASCIMENTO, W. M. ; Gomes, A. A. G.; Carvalho, B. O.; Bueno, A. C. R.; Produção e desempenho de sementes de cultivares de alface em duas épocas de plantio. Revista Brasileira de Sementes, v. 32, p. 158-169, 2010.

ZEIST, A. R.; OLIVEIRA, J. R. F.; LIMA FILHO, R. B.; SILVA, M. L. S.; RESENDE, J. T. V. Comparação de métodos de estimativa de área foliar do morangueiro. PESQ. AGROP. GAÚCHA, Porto Alegre, v. 20, nº. 1/2, p. 33-41, 2014.

- Sites de pesquisa:

[www.ocb.org.br](http://www.ocb.org.br) (Organização das Cooperativas Brasileiras)

[www.jucep.pb.gov.br](http://www.jucep.pb.gov.br) (Junta Comercial da Paraíba)

---

## ANEXOS

---



## ANEXO A – METODOLOGIA DA ANÁLISE DE NITRATO

### 1. Preparo das soluções

- a. Solução reveladora de ácido salicílico a 5% em  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Pesar 1,25g de ácido salicílico (MM= 138,12) e dissolver em  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado (P.A). Completar o volume para 25mL com o mesmo solvente. Guardar em frasco âmbar (validade de uma semana).
- b. Solução estoque de nitrato ( $1.000 \text{ mg.L}^{-1}$ ). Pesar 1,3710g de  $\text{NaNO}_3$  (MM=85,00), dissolver em água deionizada e completar o volume para 1.000mL. Conservar em geladeira.
- c. Padrão de trabalho. Pipetar para cinco balões volumétricos de 50mL, 1,25; 2,5; 5,0; 10,0 e 15mL de solução estoque de nitrato ( $1.000 \text{ mg.L}^{-1}$ ) e completar o volume com água deionizada. Ao final, resultarão soluções padrões nas concentrações de 25, 50, 100, 200 e  $300 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{NO}_3^-$ . O branco (padrão zero) para a curva de calibração, corresponde a água deionizada.
- d. Solução de  $\text{NaOH}$   $2 \text{ mol.L}^{-1}$ . Pesar 20g de  $\text{NaOH}$ , dissolver em 200mL de água destilada, deixar esfriar e completar o volume para 250mL.

### 2. Análise do nitrato

- a. Pipetar para um tubo de ensaio 0,2mL da solução padrão ou extrato fresco do tecido vegetal e 0,8mL do reagente revelador ( $\text{AS-H}_2\text{SO}_4$ ), agitando vigorosamente em seguida;
- b. Deixar a mistura em repouso por 20 minutos à temperatura ambiente;
- c. Adicionar lentamente 19 mL de  $\text{NaOH}$   $2 \text{ mol.L}^{-1}$ , e logo depois agitar para deixar a mistura com uma coloração homogênea (unifásica). Neste momento ocorre a formação de um composto de cor amarelada estável por menos de 48 horas;
- d. Deixar o tubo esfriar e proceder à leitura de absorbância a 410nm em espectrofotômetro. A partir da curva padrão, obter a equação de regressão para o cálculo da concentração de nitrato nas amostras.

## ANEXO B – CERTIFICADO DE APRESENTAÇÃO PARA APRECIÇÃO ÉTICA

**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS - CEP**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG  
HOSPITAL UNIVERSITÁRIO ALCIDES CARNEIRO - HUAC

**DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO DE PROJETO**

Declaro para fins de comprovação que foi analisado e aprovado neste Comitê de Ética em Pesquisa – CEP o projeto de número CAAE: 57362916.0.0000.5182, Número do Parecer: 1.654.325 intitulado: **ANÁLISE SENSORIAL DE ALFACE CULTIVADA EM HIDROPONIA COM O APROVEITAMENTO DO CONCENTRADO DA DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUAS SALOBRAS.**

Estando o (a) pesquisador (a) ciente de cumprir integralmente os itens da Resolução nº. 466/ 2012 do Conselho Nacional de Saúde – CNS, que dispõe sobre Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos, responsabilizando-se pelo andamento, realização e conclusão deste projeto, bem como comprometendo-se a enviar por meio da Plataforma Brasil no prazo de 30 dias relatório do presente projeto quando da sua conclusão, ou a qualquer momento, se o estudo for interrompido.

*Daniel Ferreira Gonçalves de Oliveira*  
Daniel Ferreira Gonçalves de Oliveira  
Coordenador CEP/ HUAC

Campina Grande - PB, 12 de Setembro de 2016.

Rua.: Dr. Carlos Chagas, s/ n, São José, Campina Grande – PB.  
Telefone.: (83) 2101 – 5545. E-mail.: [cep@huac.ufcg.edu.br](mailto:cep@huac.ufcg.edu.br)

## ANEXO C – COTAÇÕES DOS ITENS DE INVESTIMENTOS E INSUMOS

- Perfuração do poço

Ao  
LABDES  
At.: Rodrigo Vieira  
Campina Grande - PB

Perfuração de Poço Tubular  
Tipo Litológico Cristalino  
Profundidade Estimada - 50 metros

**CARTA PROPOSTA Nº 0138/2014**

Atendendo solicitação de V. Sa., vimos através desta apresentar nossa proposta para execução dos serviços discriminados abaixo e dentro das condições que seguem:

Serviços a serem executados:

Item	Discriminação	unid.	Quant.	P. Unitário	P. Total
1.0	Perfuração de Poço Tubular				
1.1	Locação do Poço (visita técnica)	und	1	R\$ 500,00	R\$ 500,00
1.2	Perfuração em 8"	m	6	R\$ 100,00	R\$ 600,00
1.3	Perfuração em 6"	m	44	R\$ 90,00	R\$ 3.960,00
1.4	Revestimento em Tubo PVC Geo Mecânico	m	6	R\$ 100,00	R\$ 600,00
1.5	Teste de Vazão (05 horas)	und	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
1.6	Análise Física - Química	und	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00
1.7	Tampa de Poço em 6"	und	1	R\$ 140,00	R\$ 140,00
Sub - Total					R\$ 7.000,00

**Total Geral da Proposta R\$ 7.000,00**

Sete mil reais.XX

**RESUMO DA PROPOSTA**

1.0	Perfuração de Poço Tubular	und	1	R\$ 7.000,00	R\$ 7.000,00
Sete mil reais.XX					

Condições de Pagamento: A vista;

Prazo para início da obra: 10 (dez) dias;  
Prazo de Validade da Proposta: 30 (Trinta) Dias;  
Garantia: 01 (um) ano, relacionado a problemas técnico-constructivos. Assistência Técnica Permanente;

Obs.: A Contratada, em virtude de não depender exclusivamente dos aspectos técnico-constructivos, não pode assegurar a quantidade e qualidade da água. Caso o poço tenha vazão inferior a 200 l/s/h, será considerado seco, reduzindo o valor para R\$ 5.500,00 (cinco mil e quinhentos reais), referente aos serviços executados;

Obs. 2: Se houver necessidade de aumentar o revestimento (talvez o revestimento contratado de 6 metros não seja suficiente) sendo necessário o avanço até o isolamento da camada sedimentar, será o valor encontrado no item 1.4, da proposta referência para a quantidade de metros excedentes; Caso haja necessidade de utilização de filtros o valor do metro linear cobrado será de R\$ 120,00 (cento e vinte reais);



**INDÚSTRIA YVEL LTDA.**  
Cabeçotes, peças tubulares, bombas centrífugas, fixação de ferro,  
brazos e acessórios e manutenção industrial  
Avenida Rectoriano, 1194 - Fátima - Campina Grande - PB - CEP 53119-200  
Fone: 33321.2516 - Fax: 33321.2537 - www.yvel.com.br - CNPJ: 08.911.012/0001-39 - Insc. Estadual 15.000.070-3



- Sistema de dessalinização



**GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA**  
SECRETARIA DE ESTADO DE RECURSOS HÍDRICOS, MEIO AMBIENTE E CIÊNCIA E TECNOLOGIA - SERHIMACT  
FUNDAÇÃO DE APOIO A PESQUISA DO ESTADO DA PARAÍBA - FAPESQ

**Contrato nº 001/2014.**  
**Processo nº 28.204.024001.2013**  
**Pregão Presencial nº 456/2013.**

**CONTRATO PARA AQUISIÇÃO DE UM SISTEMA COMPLETO DE DESSALINIZAÇÃO POR OSMOSE REVERSA QUE ENTRE SI CELEBRAM A SECTMA/FUNDAÇÃO DE APOIO A PESQUISA DO ESTADO DA PARAÍBA, E A WASHINGTON TEODORO DA SILVA MELO ME, NA FORMA E CONDIÇÕES SEGUINTES.**

**A SECTMA/FUNDAÇÃO DE APOIO A PESQUISA DO ESTADO DA PARAÍBA - FAPESQ/PB,** inscrita no CNPJ sob o nº 41.134.719/0001-00, com sede a Rua Emiliano Rosendo da Silva, S/N, Bodocóengo, CEP 58.429-090, Campina Grande-PB, neste ato representada pelo Senhor Presidente, **Dr. CLAUDIO BENEDITO SILVA FURTADO,** brasileiro, casado, CPF nº 653.333.494-87, RG nº 1.088.935-SSP/PB, 2ª via; residente e domiciliado na Avenida Pombal, nº 1412, Apt. 301, Ed. Rua Gurupi, Bairro Mansara - Município de João Pessoa-PB, doravante denominada simplesmente **CONTRATANTE,** e a empresa **WASHINGTON TEODORO DA SILVA MELO ME,** pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ sob o nº 10.642.042/0001-90, estabelecida na Rua Deputado Barreto Sobrinho, nº. 447, Bairro Tambiá, João Pessoa - PB, neste ato representada pelo seu proprietário o Sr. **WASHINGTON TEODORO DA SILVA MELO,** brasileiro, empresário, divorciado, CPF nº 021.012.784-33, identidade nº 2131426-SSP/PB, residente e domiciliado na Rua Deputado Barreto Sobrinho, nº. 447, Bairro Tambiá, João Pessoa - PB, doravante denominada simplesmente **CONTRATADA,** tendo em vista o que consta no Processo nº 28.204.024001.2013, e o resultado final do Pregão Presencial nº 456/2013, e em observância à Lei nº 8.666, de 1993, à Lei nº 10.520, de 2002, ao Decreto Estadual nº 24.649, de 2003 e à Lei Estadual nº 9.897, de 2012, e demais legislações correlatas, resolvem celebrar o presente instrumento, mediante as cláusulas e as condições seguintes:

**1. DO OBJETO**

1.1. O objeto do presente Termo de Contrato é a aquisição de **01 (um) SISTEMA COMPLETO DE DESSALINIZAÇÃO POR OSMOSE REVERSA** conforme especificações e quantitativos estabelecidos no Edital do Pregão identificado no preâmbulo e na proposta vencedora.

1.2. Este Termo de Contrato vincula-se ao Edital do Pregão identificado no preâmbulo e à proposta vencedora, independente de transcrição.

1.3. Descrição do objeto:

**SISTEMA COMPLETO DE DESSALINIZAÇÃO POR OSMOSE REVERSA,** com 02 filtros em polipropileno injetado para elementos filtrantes de 4" x 20" equipado com elementos em polipropileno expandido ramificado com taxa de filtração de 5 micra, bomba booster auxiliar centrífuga em aço inox com motor monofásico ip55 de 1cv, bomba de retroalim. centrífuga em aço inox com motor ip55 monofásico de 0,5cv, bomba de alta pressão centrífuga multistágio em aço inox com motor ip55 monofásico de 5,0cv, quadro de comando



Rua Emiliano Rosendo da Silva, S/N - Bodocóengo  
CEP: 58.429-090 - Campina Grande/PB - Caixa Postal 435  
Telefone: (83) 3333 - 2000 - Fax: (83) 3332 - 2624  
E-mail: fapesq@fapesq.pb.gov.br  
Site: www.fapesq.pb.gov.br



**GOVERNO DA PARAÍBA**





GOVERNO DO ESTADO DA PARÁ  
SECRETARIA DE ESTADO DE RECURSOS HÍDRICOS, MEIO AMBIENTE E CIÊNCIA E TECNOLOGIA - SERHMACT  
FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA DO ESTADO DA PARÁ - FAPESQ

exerce em chapa de aço com pintura eletrolítica, com sistema de operação "automático" e "manual" de controle geral, dotado de, impermeável com 11, alar de lona enfiado unido por presilhas e um dispositivo automático do sistema, controladas com relé lógico de proteção de acordo com a potência de cada motor e com sistema de ligação automática da rede elétrica; dois (02) manômetros galvanizados com 63 mm de diâmetro para instalação em painel em aço inox com escala de 0 a 4 kgf/cm<sup>2</sup> e dois (02) manômetros galvanizados com 63 mm de diâmetro para instalação em painel em aço inox com escala de 0 a 4 kgf/cm<sup>2</sup>; dois (02) rotâmetros, modelo pares de aço, variável e flutuador em aço inox 316L, com corpo polietileno cristal, resistentes à corrosão, com escala de 0 a 30 lpm e conexões de 1/4". Condutivímetro de linha com dois pontos de medição sendo um na linha de alimentação do sistema e um na linha do permeado instalado ao lado do eletrodo para poder medir o sistema em caso de alteração na condutividade da água produzida um (01) vaso, de plástico em pvc com fechamento de tampa metálica com entrada e saída nos espelhos com capacidade para duas membranas modelo 8040 (cada um e tampa de pressão de 600 psi); duas (02) membranas de osmose reversa de baixa energia com diâmetros de 8" x 40" com área efetiva comprovada de 41 m<sup>2</sup>, suportes de baixa pressão em pvc soldável com bitola de 50mm e a ser alta provida com tubos e conexões schedule em aço inox 316L; válvulas e reguladores em aço inox com classe de pressão de 600psi; sold em aço inox, com base em cantoneira de 3" x 3/16" e resina epoxi cantoneira de 3" x 3/16", com pintura decorativa epoxi em cor azul com painel em chapa 20 awg inox, altura visual de 100mm e todos os parafusos em aço inox; abrigos para o dessalinizador com 12m<sup>2</sup> de área, com pe direito mínimo de 3m, calça superior com 1m de largura, paredes em alvenaria com revestimento interno e externo de cerâmica 20 x 20 na cor branca, para revestimento em cantoneira sold na cor branca com inclinação para drenagem instalado no centro, abrigado com duas águas em telha cerâmica de primeira, duas janelas de 1m x 1m e porta com 1m x 2,5m em alumínio, entrada de energia com braquel isolado e fiação até o quadro elétrico com diâmetro para o dessalinizador e outro para instalação elétrica do abrigamento; embulsa composta por reservatório com tomada em caixa de 4x2 e luminária fluorescente de duas lâmpadas de 40w com reator eletrônico e ponto de energia para ligação do dessalinizador; rede com também subação de 10 mm ligando a caixa d'água do poço à entrada do dessalinizador e de 40mm para a saída do concentrado e do permeado até seus devidos reservatórios; uma (01) caixa d'água em fibra de vidro com capacidade de 10m<sup>3</sup> com tampa para armazenamento da água do poço, com flange e registro de 50 mm em pvc para ligação ao dessalinizador e flange e registro de 50mm para dreno de limpeza da mesma, com base de 60cm de altura construída em pedra com argamassa para suporte da mesma; duas (02) caixas d'água em fibra de vidro, ambas com capacidade de 10m<sup>3</sup> com tampa para armazenamento de concentrado e permeado respectivamente, com flange no nível superior de 40 mm em pvc para ligação ao dessalinizador e flange e registro de 50mm para dreno de limpeza da mesma, com base de 60cm de altura construída em pedra com argamassa para suporte da mesma.

## 2. DA VIGÊNCIA

2.1. O prazo de vigência do contrato será de 90 (noventa) dias, a partir da data de assinatura do presente instrumento, e adstrito à vigência do respectivo crédito orçamentário, prorrogável na forma do art. 57, §1º, da Lei nº 8.006, de 1990, da Lei nº 8.006, de 1990.

2.2. Poderá ser admitida a prorrogação deste contrato, no caso de prorrogação do prazo de entrega do objeto, que extrapole o prazo de vigência do contrato, estando presente situação prevista no § 1º, do art. 57, da Lei nº 8.006/93, devidamente comprovada, justificada e aceita de forma fundamentada pelo gestor, nos termos do § 2º do mesmo artigo.



Rua Emílio de Sá, 500 - São João do Araguaia  
CEP: 66.426-000 - Caxias Grande/PA - Caixa Postal 435  
Telefone: (81) 3333 - 2600 - Fax: (81) 3333 - 2624  
E-mail: fapesq@fapesq.pa.br  
http://www.fapesq.pa.br



GOVERNO  
DA PARÁ

**FUNDAÇÃO DE APOIO A PESQUISA DO ESTADO DA PARAÍBA****Extrato de Contrato**

Nº do Registro CGE 14-00035-1

Nº do Contrato 0001/2014

Contratante FUNDAÇÃO DE APOIO A PESQUISA DO ESTADO DA PARAÍBA

Contratado WASHINGTON TEODORO DA SILVA MELO

Objeto AQUISIÇÃO DE 01 SISTEMA COMPLETO DE DESSALINIZAÇÃO POR OSMOSE REVERSA, CONFORME PREGÃO 0456/2013.

Valor 45.000,00

Classificação Funcional - Programática

28.204.19.573.5103.4516.4490.52.083.9999.999.99.999.9999.9999.99.999.99

Período da Vigência do Contrato 2/1/2014 A 2/4/2014

Data da Assinatura 2/1/2014

CLAUDIO BENEDITO SILVA FURTADO - PRESIDENTE DA FAPESQ

**PUBLICADO NO D.O.E**Em, 10/01/14

- Sistema hidropônico



PABX: (11) 4787-0900 – E-mail : [hidrogood@hidrogood.com.br](mailto:hidrogood@hidrogood.com.br)

Home Page: <http://www.hidrogood.com.br>

Nº do orc: 021556

### Orçamento Personalizado de Cultivo Hidropônico

Proprietário	LABDES / UFCG		
Endereço	rodrigocgnet@gmail.com		CEP
Telefone		FAX	
Local	Picuti - PB		
Área aproximada	345,6 metros quadrados		
Quantidade aproximada	5.000 plantas/mês de Alface.		

FINAME Agrícola: 3119150 - Sistema de irrigação hidropônica Hidrogood				
MDA Agricultura familiar: D16794521 - Sistema de irrigação hidropônica Hidrogood				
	Material Permanente	Quantidade	Sem friso	Com friso
◆	Perfis TP58 de 6,00m c/ furo de 10,0 cm	36	594,00	594,00
◆	Perfis R80 de 6,00m c/ furo de 25,0 cm	84	2.187,36	2.404,08
◆	Perfis R65 de 6,00m c/ furo de 12,5 cm	100	2.088,00	2.364,00
◆	Tampoes para perfil TP58	18	14,58	14,58
◆	Tampoes para perfil R80	42	57,96	67,20
◆	Tampoes para perfil R65	50	61,00	75,50
◆	Perfis de Recolhimento de 1,40m x 18 encaixes TP58	1	21,98	21,98
◆	Perfis de Recolhimento de 1,40m x 7 encaixes R80	6	131,88	131,88
◆	Perfis de Recolhimento de 1,40m x 10 encaixes R65	5	109,90	109,90
◆	Suporte para perfil TP58	126	73,08	73,08
◆	Suporte para perfil R80	210	147,00	163,80
◆	Suporte para perfil R65	250	162,50	175,00
◆	Perfis para Bancada - barras de 1,40m (travessa do cavalete)	112	784,00	784,00
◆	Pes de bancada de 1,20m (pé do cavalete)	224	1.344,00	1.344,00
◆	Canos em PP especial 25mm x 6m	6	84,10	84,10
◆	Canos em PP especial 50mm x 6m	6	142,00	142,00
◆	Sistema Injetor de solução completo	110	236,50	236,50
◆	Equipamento para emenda dos perfis	1	600,00	600,00
◆	Timer, liga desliga 220V potência resistiva 3.000W	1	155,19	155,19
◆	Selacalha para emendas	1	12,00	12,00
◆	Peagmetro digital HM PH200	1	282,00	282,00
◆	Condutivimetro digital HM COM100	1	210,00	210,00
◆	Bandejas para espuma fenólica	7	78,40	78,40
◆	Kit nutrientes Hidrogood p/ 1000 litros	1	14,81	14,81
◆	Bomba submersa AT 306 40watts	10	1.380,00	1.380,00
◆	Tanques de 500 litros fortlev	10	1.300,00	1.300,00
◆	Espuma fenolica (caixa com 5.000 células) - OASIS	1	72,00	72,00
◆	Sementes para Alface Crespa – 5.000 sem. – ENZA ZADEN	1	100,00	100,00
◆	Mesa de germinação	1	673,00	673,00
	<b>Total</b>		<b>13.117,24</b>	<b>13.663,00</b>

- Os preços apresentados são orientativos e poderão sofrer reajustes sem prévio aviso.


ATENCIOSAMENTE  
EQUIPE HIDROGOOD  
CNPJ: 08.046.901/0001-26



ANA ELISA DE OLIVEIRA  
DPTO. COMERCIAL ANA@HIDROGOOD.COM.BR  
EQUIPE HIDROGOOD  
TEL +55(11) 4787-0900 | WWW.HIDROGOOD.COM.BR  
FACEBOOK.COM/HIDROGOOD HIDROGOOD  
YOUTUBE.COM/CHANNEL/UCJA4MIXR85Q0HL2PVOUOYQ

- Estufa hidroponica

Página 1 de 1



GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA  
SECRETARIA DE ESTADO DA ADMINISTRAÇÃO  
DIRETORIA EXECUTIVA DA CENTRAL DE COMPRAS

---

HISTÓRICO DE LANCES

---

Data: [05/12/2013]  
 Pregão nº: 457/2013  
 Processo nº: 28.204.020001.2013  
 Objeto:

ITEM	CÓDIGO	QTDE	DESCRIÇÃO	PESQUISA MÉDIA	PESQUISA MÍNIMA
1	02883	1	ESTUFA agrícola com as seguintes características: dimensões: largura: 12,80 metros (02 módulos geminados)	70.418,16	52.825,49

Proposta Inicial

---

TROPICAL ESTUFAS AGRÍCOLAS LTDA	R\$ 45.000,00
---------------------------------	---------------

---

\_\_\_\_\_  
 Giovanna Kluppel Silva Guedes Pereira  
 Pregoeiro(a)  
 João Pessoa, 5 de Dezembro de 2013

Certificação digital nº: 1383448B2088302203257BB4004FB060



# ANEXO D – PLANILHAS DE MONITORAMENTO DO SISTEMA DE DESSALINIZAÇÃO DO DISTRITO DE SANTA LUZIA

**LABDES**

Localidade: Distrito Santa Luzia (PB) Escola Macário Zulmire Mês: \_\_\_\_\_

Data	Início (hr:min)	F1 Entrada dos filtros (psi)	F2 Saída dos filtros (psi)	P1 Entrada das membranas (psi)	P2 Saída das membranas (psi)	Q1 Vazão do concentrado (L.min <sup>-1</sup> )	Q2 Vazão do permeado (L.min <sup>-1</sup> )	Término (hr:min)	Nome do Operador
07/03/13	13:30	35	35	157	154	32	33	19:50	Celvinson
10/03/13	08:00	35	37	155	151	30	32	13:00	Celvinson
15/03/13	09:00	37	37	155	159	30	32	14:00	Celvinson
20/03/13	09:00	37	37	160	159	30	33	16:00	Celvinson
24/03/13	12:00	32	30	157	150	33	33	17:00	Celvinson
28/03/13	11:00	33	32	155	150	35	34	16:00	Celvinson
12/04/13	11:00	35	30	150	150	34	31	20:00	Celvinson
10/04/13	10:00	35	30	150	150	32	33	14:00	Celvinson
15/04/13	08:20	34	30	154	154	33	33	18:30	Celvinson
17/04/13	10:00	34	32	157	150	33	33	13:00	Celvinson
19/04/13	09:30	34	32	155	150	33	34	14:30	Celvinson
23/04/13	09:50	35	32	154	150	33	34	14:00	Celvinson
27/04/13	11:10	37	32	160	150	30	32	17:00	Celvinson
30/04/13	11:40	37	30	165	150	30	32	15:30	Celvinson
05/05/13	12:00	37	30	160	150	30	32	15:30	Celvinson
09/05/13	10:00	37	30	150	150	30	32	15:00	Celvinson
12/05/13	09:00	32	30	155	150	30	32	14:30	Celvinson
15/05/13	11:00	32	30	150	150	30	32	19:00	Celvinson
18/05/13	11:00	35	30	160	150	30	32	14:30	Celvinson

F1= Pressão de entrada dos filtros  
F2= Pressão de saída dos filtros  
P1= Pressão de entrada das membranas P2= Pressão de saída das membranas

**PLANILHA DE MONITORAMENTO DO SISTEMA DE DESSALINIZAÇÃO**

Localidade: Distrito Santa Luzia (PB) Escola Macário Zulmiro

Mês: maio/junho/julho

Data	Início (hr:min)	F1 Entrada dos filtros (psi)	F2 Saída dos filtros (psi)	P1 Entrada das membranas (psi)	P2 Saída das membranas (psi)	Q1 Vazão do concentrado (L.min <sup>-1</sup> )	Q2 Vazão do permeado (L.min <sup>-1</sup> )	Término (hr:min)	Nome do Operador
22/05	08:00	35	35	150	150	3	3	18:30	Culerson
26/05	10:00	35	35	160	150	3	3	13:00	Culerson
29/05	14:00	35	35	150	150	3	3	17:00	Culerson
02/06	14:00	35	35	150	150	3	3	18:00	Culerson
05/06	14:00	35	35	150	150	3	3	16:10	Culerson
08/06	18:30	35	35	150	150	3	3	19:30	ALISSON
12/06	16:30	35	35	150	150	3	3	19:30	ALISSON
15/06	06:30	35	35	150	150	3	3	15:00	Culerson
23/06	11:00	35	35	150	150	3	3	13:00	Culerson
25/06	09:00	35	35	150	150	3	3	18:00	Culerson
29/06	14:20	35	35	150	150	3	3	16:10	Culerson
03/07	08:50	35	35	160	150	3	3	16:10	Culerson

---

## APÊNDICES

---

## APÊNDICE A – RESULTADOS DA ANÁLISE DE NITRATO E CURVA E CALIBRAÇÃO

EXP I - cultivo de alface crespa com o concentrado 1			
Tratamentos	Absorbância	Diluição	Resposta nitrato
T1 - 0% controle	0,300	10	1250,1
	0,376	10	1566,8
	0,409	10	1704,3
T2	0,223	10	929,3
	0,194	10	808,5
	0,288	10	1200,1
T3	0,339	10	1412,6
	0,264	10	1100,1
	0,185	10	771,0
T4	0,259	10	1079,3
	0,262	10	1091,8
	0,198	10	825,1
T5	0,235	10	979,3
	0,126	10	525,1
	0,139	10	579,3

<b>EXP II - cultivo de alface americana com o concentrado 1</b>			
<b>Tratamentos</b>	<b>Absorbância</b>	<b>Diluição</b>	<b>Resposta nitrato</b>
T1 - 0% controle	0,433	10	1804,3
	0,512	10	2133,5
	0,449	10	1871,0
T2	0,46	10	1916,8
	0,49	10	2041,8
	0,4	10	1666,8
T3	0,41	10	1708,5
	0,39	10	1625,1
	0,33	10	1375,1
T4	0,19	10	791,8
	0,14	10	583,5
	0,29	10	1208,5
T5	0,21	10	875,1
	0,19	10	791,8
	0,24	10	1000,1

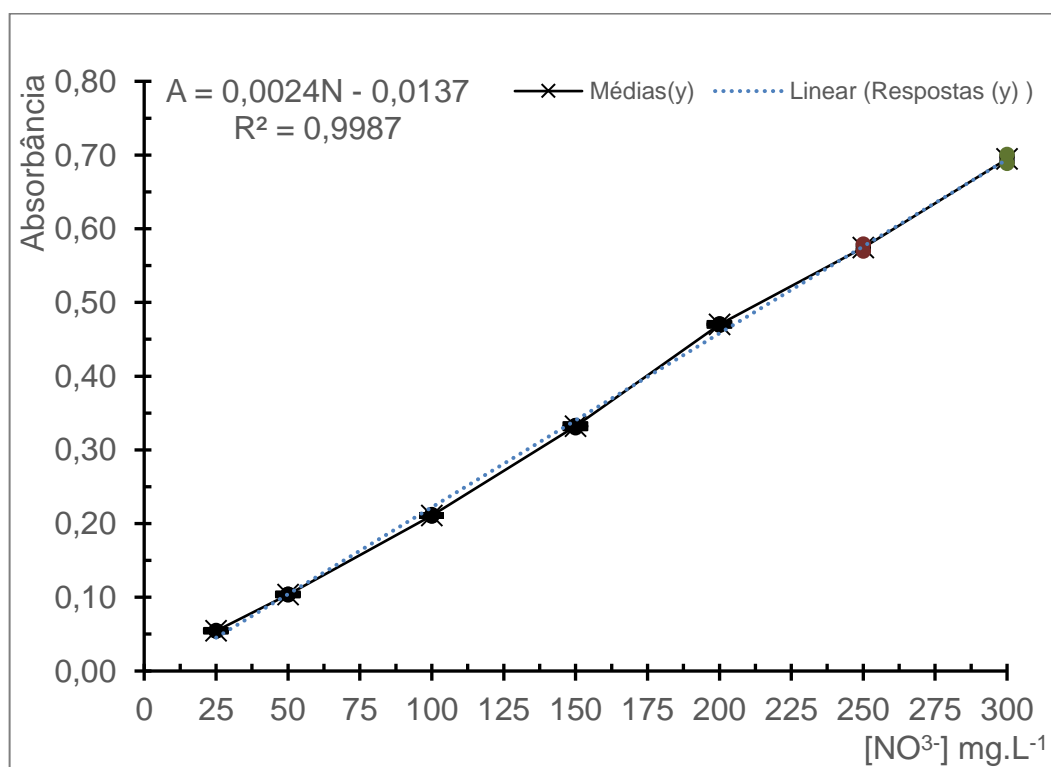
<b>EXP III - cultivo de alface crespa com o concentrado 2</b>			
<b>Tratamentos</b>	<b>Absorbância</b>	<b>Diluição</b>	<b>Resposta nitrato</b>
T1 - 0% controle	0,348	10	1450,1
	0,301	10	1254,3
	0,314	10	1308,5
T2	0,278	10	1158,5
	0,299	10	1246,0
	0,281	10	1171,0
T3	0,24	10	1000,1
	0,249	10	1037,6
	0,257	10	1071,0
T4	0,231	10	962,6
	0,209	10	871,0
	0,236	10	983,5
T5	0,241	10	1004,3
	0,233	10	971,0
	0,25	10	1041,8

<b>EXP IV - cultivo de alface americana com o concentrado 2</b>			
<b>Tratamentos</b>	<b>Absorbância</b>	<b>Diluição</b>	<b>Resposta nitrato</b>
T1 - 0% controle	0,459	10	1912,6
	0,488	10	2033,5
	0,48	10	2000,1
T2	0,404	10	1683,5
	0,44	10	1833,5
	0,42	10	1750,1
T3	0,47	10	1958,5
	0,39	10	1625,1
	0,33	10	1375,1
T4	0,38	10	1583,5
	0,42	10	1750,1
	0,31	10	1291,8
T5	0,3	10	1250,1
	0,25	10	1041,8
	0,29	10	1208,5

### Curva de calibração para análise de nitrato

Amostra	Nitrato mg.L <sup>-1</sup>	Absorbâncias em triplicata			Absorbância Média
1	25	0,054	0,055	0,054	0,054
2	50	0,104	0,103	0,104	0,103
3	100	0,210	0,211	0,212	0,211
4	150	0,333	0,330	0,333	0,332
5	200	0,471	0,469	0,47	0,470
6	250	0,571	0,574	0,578	0,574
7	300	0,695	0,699	0,69	0,694
8(*)	350	0,989	0,977	0,998	0,988
9	400	0,978	0,998	0,996	0,990
10	450	0,969	0,998	0,989	0,985

(\*) – pontos excluídos da reta (limite de detecção)





## APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO E FICHAS DE AVALIAÇÃO

### 1 - Termo de Consentimento

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada **ANÁLISE SENSORIAL DE ALFACE CULTIVADA EM SISTEMA HIDROPÔNICO IRRIGADAS COM O CONCENTRADO DA DESSALINIZAÇÃO**.

Título da pesquisa: **Análise sensorial de alface cultivada em sistema hidropônico irrigadas com o concentrado da dessalinização.**

Responsáveis:

**Rodrigo Vieira Alves** - Endereço: Av. Aprígio Veloso 882- Bodocongó, 58.109-970 – Campina Grande – PB. Contato: 0xx-83-2101-1366. E-mail: rodrigocgnet@gmail.com (Doutorando)

**Prof. Kepler Borges França (Ph.D)** - Endereço: Av. Aprígio Veloso 882- Bodocongó, 58.109-970 – Campina Grande – PB. Contato: 0xx-83-2101-1366. E-mail: kepler123@gmail.com (Orientador e Coordenador do LABDES)

### Objetivos da pesquisa

#### Geral:

Avaliar as características sensoriais de alfaces cultivadas com o concentrado da dessalinização.

### Considerações

- ❖ A sua participação é inteiramente voluntária e não remunerada.
- ❖ O Sr (a) não sofrerá nenhum tipo de prejuízo ou penalização, caso não concorde em participar do estudo.
- ❖ As informações que o Sr (a) nos dará serão utilizadas apenas para a pesquisa e poderão ser divulgadas em eventos e publicações científicas. Seu nome não estará escrito em ficha alguma e não serão divulgados, bem como outro dado que possa lhe identificar.
- ❖ Você poderá recusar a responder qualquer pergunta, caso ache necessário como também recusar-se a submeter a algum procedimento não havendo penalização ou prejuízo para o participante.
- ❖ Terá acompanhamento e assistência durante a realização da pesquisa.

- ❖ Terá suas dúvidas esclarecidas e liberdade de conversar com os pesquisadores a qualquer momento do estudo. Se houver dúvidas em relação aos aspectos éticos ou denúncias o Sr(a) poderá consultar o CEP/HUAC - Rua: : Rua: Dr. Carlos Chagas, s/n, São José. Campina Grande-PB telefone: (83) 2101.5545.
- ❖ O Sr (a) não terá nenhuma despesa por participar desta pesquisa e também não receberá pagamento algum. Entretanto, caso necessite se deslocar ao por causa exclusivamente da pesquisa, ou tenha algum prejuízo financeiro devido a participação na pesquisa, seus custos serão compensados. Caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente de sua participação na pesquisa, o Sr (a) será indenizado (a).
- ❖ Riscos: Poderá haver um possível desconforto com relação ao sabor.

Desta forma, uma vez tendo lido e entendido tais esclarecimentos e, por estar de pleno acordo com o teor do mesmo, dato, rubrico e assino este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Sendo assim, o pesquisador e o voluntário ambos ficarão com uma via deste documento.

Campina Grande, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

---

Pesquisador Responsável

---

Voluntário

---

Testemunha

## 2 - Ficha de avaliação

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Faixa etária: ( ) entre 18-25 anos ( ) 26-39 anos ( ) maior que 40 anos

Sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino

Muito obrigado por participar de nossa pesquisa. Você receberá 4 amostras de alface, por favor, beba um pouco de água antes e entre as provas, e responda as questões abaixo:

**Questão 1:** Preencha o quadro abaixo com os números correspondentes a sua opinião sobre a alface.

7- Gostei Muito

6- Gostei Moderadamente

5- Gostei Ligeiramente

4- Nem Gostei, Nem Desgostei

3- Desgostei Ligeiramente

2- Desgostei Moderadamente

1- Desgostei Muito

Amostras	Cor	Sabor	Textura (crocância)	Aparência Global
01				
02				
03				
04				
05				

**Questão 2:** Marque com um "X" nas amostras de alfaces que você compraria.

Amostras	Sim	Talvez	Não
01			
02			
03			
04			
05			

Questão 3: Houve alguma amostra que preferiu não consumir? ( ) Sim / ( ) Não

Qual? ( )

Comentários: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## APÊNDICE C – TESTE TUKEY

- Teste Tukey para os parâmetros de crescimento

Parâmetros	Experimento	Tratamentos					Valor P
		T1 controle	T2	T3	T4	T5	
Número de folhas	I	13A	12AB	11BC	10BC	10C	0,01
	II	18A	16A	12bA	10B	7,6C	0,00
	III	12A	11AB	11AB	10B	10B	0,004
	IV	17A	17A	14B	11C	11C	0,00
Massa fresca da parte aérea (g)	I	124,9A	91,8B	52,1C	30,6D	22,3D	0,00
	II	145,4A	67,7B	26,0C	18,2C	4,8D	0,00
	III	131,1A	99,9AB	83,6BC	58,7C	49,8C	0,00
	IV	147,8A	124,1A	122,4A	78,9B	81,7B	0,00
Massa seca da parte aérea (g)	I	5,9A	3,7A	2,2B	1,4C	1,1C	0,00
	II	5,4A	2,9B	2,2C	1,4D	0,4D	0,00
	III	5,9A	5,0A	5,1A	3,5B	3,3B	0,00
	IV	6,0A	5,1A	4,8A	4,5A	4,2A	0,069
Umidade (%)	I	95,2AB	95,8A	95,5A	95,1AB	94,7B	0,008
	II	96,2A	95,5AB	91,1B	92,1AB	91,3B	0,14
	III	95,5A	94,7AB	93,8BC	94,0BC	93,1C	0,004
	IV	95,8A	95,8A	96,0A	93,7B	94,7C	0,00
Massa seca das raízes (g)	I	1,2A	0,9B	0,6C	0,5D	0,4D	0,00
	II	1,4A	1,0bB	0,5C	0,3CD	0,2D	0,00
	III	1,15A	1,15A	0,9A	0,9A	0,8A	0,069
	IV	1,7A	1,5AB	1,3AB	1,5AB	1,1B	0,016
Massa do caule (g)	I	7,2A	5,8b	0,9C	0,9C	0,4D	0,00
	II	7,4A	2,5B	0,9C	0,3D	0,2D	0,00
	III	6,0A	5,0A	2,7B	1,0C	0,6C	0,00
	IV	6,7A	4,9B	4,1C	1,2D	1,2D	0,00
Área Foliar (cm <sup>2</sup> )	I	304,6A	217,7B	148,9C	108,9D	43,3E	0,00
	II	301,0A	174,5B	68,8C	65,4C	24,4D	0,00
	III	318,3A	243,8B	234,3BC	175,6CD	173,6CD	0,00
	IV	309,1A	274,0A	279,8A	233,8B	182,6B	0,00

- Teste Tukey para os níveis de Nitrato

Parâmetros	Experimento	Tratamentos					Valor P
		T1 controle	T2	T3	T4	T5	
Nitrato mg.kg <sup>-1</sup>	I	1.507,0A	979,3AB	1.094,5AB	998,7AB	694,5B	0,023
	II	1.936,2A	1.875,1A	1.569,5A	861,2B	889,0aB	0,00
	III	1.337,6A	1.191,8AB	1.036,2BC	939,0C	1.005,7C	0,00
	IV	1.982,0A	1.755,7A	1.652,9A	1.541,8B	1.166,8B	0,003

- Teste Tukey para análise sensorial

Parâmetros	Experimento	Tratamentos					Valor p
		T1 controle	T2	T3	T4	T5	
Cor	I	6,6A	6,2A	6,0A	5,1B	---	0,00
	II	6,8A	6,6A	4,9B	4,3BC	3,7C	0,00
	III	6,46A	6,4A	6,5A	6,2A	6,4A	0,40
	IV	6,8A	6,7A	6,4A	6,2AB	5,6B	0,00
Sabor	I	6,2A	5,0B	5,1AB	4,4B	---	0,001
	II	5,9A	4,9AB	4,6BC	3,7CD	3,2D	0,00
	III	6,0A	6,2A	6,33A	5,9A	6,3A	0,49
	IV	6,6A	5,9A	5,9A	5,7A	4,4B	0,00
Crocância	I	6,5A	5,9AB	5,8AB	5,6B	---	0,052
	II	6,5A	6,0A	5,5AB	4,6BC	4,0C	0,00
	III	6,4A	6,3A	6,5A	6,4A	6,6A	0,74
	IV	6,8A	6,43A	6,5A	6,46A	6,40A	0,14
Impressão Global	I	6,5A	5,6AB	5,4B	5,0B	---	0,001
	II	6,6A	6,4A	4,8B	3,5C	3,0C	0,00
	III	6,3A	6,1A	6,3A	6,2A	6,4A	0,87
	IV	6,6A	6,4A	6,5A	6,4A	5,0B	0,00

## APÊNDICE D – FOTOGRAFIAS DO BENEFICIAMENTO DO PROJETO

- Perfuração do poço



- Bases dos tanques



- Tanques de armazenamento



- Abrigo do dessalinizador





- Beneficiamento do Distrito com água potável





- Montagem do sistema hidropônico







- Curso de capacitação hidropônica



- Inauguração do projeto no dia 01/12/2016

